

E. Pietrăreanu

# Agenda ELECTRICIANULUI

EDITURA TEHNICĂ







AGENDA  
*electricianului*

Ing. Emil Pietrăreanu

# *AGENDA* *electricianului*

Ediția a IV-a  
revăzută și completată



EDITURA TEHNICĂ  
București — 1986

Lucrarea reprezintă o reeditare actualizată, îmbunătățită și completată a lucrării cu același titlu apărută în 1979. Ea prezintă sub formă de tabele, scheme, diagrame, nomograme și texte sintetizate datele necesare rezolvării rapide și cu exactitate convenabilă a problemelor curente de proiectare, execuție, exploatare, întreținere și reparare a instalațiilor electrice la consumator precum și a altor probleme ivite în practica electricianului.

Deoarece după apariția ediției anterioare industria noastră electrotehnică și-a îmbunătățit și îmbogățit producția, iar actele normative privind instalațiile electrice s-au modificat și completat, conținutul lucrării a fost tratat corespunzător, inclusiv înlocuirea schemelor electrice cu altele noi sau adaptate la noile semne și notații convenționale. De asemenea, având în vedere importanța consumului rațional și eficient de energie electrică, s-a acordat atenție întocmirii bilanșurilor electroenergetice. Din practica utilizării lucrării s-a considerat necesară concretizarea chestiunilor tratate printr-un număr apreciabil de exemple de calcul, scheme și planuri de instalații, de un real folos aplicativ.

Prin conținutul ei bogat și variat, bine sistematizat și atrăgător prezentat, lucrarea satisface, după caz, cerințele de informare comodă a electricienilor de toate categoriile — ingineri, tehnicieni și muncitori — înlocuind cu succes un volum important de manuale, acte normative și cataloage de produse, greu sau chiar imposibil de a fi în totalitate la îndemna solicitatorului, oriunde și oricând.

## CUPRINS

|  |    |
|--|----|
| 1. Date introductive utile în activitatea electricianului .....  | 17 |
| 1.1. Acte normative privind proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice ..... | 17 |
| 1.1.1. Acte normative republicane .....  | 17 |
| 1.1.2. Acte normative departamentale .....   | 18 |
| 1.1.3. Standarde de stat .....   | 22 |
| 1.2. Date și relații de calcul electrotehnice uzuale .....   | 23 |
| 1.2.1. Mărimi electrice, magnetice și fotometrice și unitățile lor de măsură .....                           | 23 |
| 1.2.2. Transformări curenți de unități de măsură de putere și energie .....                                  | 26 |
| 1.2.3. Relații de calcul ale mărimilor electrice folosite curent .....                                       | 27 |
| 1.2.4. Corespondența între cosinusul și tangenta aceluiași unghi .....                                       | 32 |
| 1.2.5. Valoarea curenților pentru 1 kW la tensiunile standardizate sub 1 kV .....                            | 33 |
| 1.3. Categoriile de medii în care se pot amplasa instalațiile electrice .....                                | 34 |
| 1.3.1. Categoriile de medii în funcție de pericolul de incendiu (P. 118-83) .....                            | 34 |
| 1.3.2. Categoriile de încăperi în funcție de numărul de persoane pe care îl pot adăposti .....               | 34 |
| 1.3.3. Categoriile de medii normale (I7) .....   | 35 |
| 1.3.4. Categoriile de medii cu pericol de explozie (I.D. 17) ..  | 36 |
| 1.3.5. Categoriile de medii în funcție de pericolul de electrocutare (STAS 8275) .....                       | 37 |
| 1.3.6. Categoriile de zone exterioare funcție de gradul de poluare (PE 109/81) .....                         | 38 |
| 1.4. Protecția mecanică a echipamentelor electrice .....   | 40 |
| 1.4.1. Grade normale de protecție .....  | 40 |
| 1.4.2. Protecția antiexplozivă .....   | 41 |
| 1.4.3. Protecția climatică .....   | 42 |
| 1.4.4. Protecția instalațiilor electrice în zone poluate .....   | 43 |
| 1.5. Utilizarea echipamentelor electrice în funcție de mediu .....   | 44 |
| 1.6. Personalul autorizat să proiecteze, execute, exploateze și întrețină instalațiile electrice. ....       | 47 |
| 1.6.1. Electricianul autorizat .....   | 47 |



|   |     |
|---|-----|
| 1.6.2. Personalul de exploatare, întreținere și execuție al instalațiilor electrice .....                           | 48  |
| 1.7. Semne și notații convenționale folosite în schemele și planurile de instalații electrice .....                 | 50  |
| 1.7.1. Semne convenționale .....  | 50  |
| 1.7.2. Litere reper pentru identificarea categoriei elementelor sau funcțiilor generale în schemele electrice ..... | 64  |
| 2. Materiale electrotehnice .....   | 66  |
| 2.1. Materiale conductoare .....  | 66  |
| 2.1.1. Caracteristicile tehnice ale materialelor conductoare .....  | 66  |
| 2.1.2. Conductoare de bobinaj .....   | 67  |
| 2.1.3. Cabluri și conducte electrice izolate .....  | 68  |
| 2.1.3.1. Clasificarea cablurilor și conductelor electrice după comportarea la foc .....                             | 68  |
| 2.1.3.2. Cabluri de energie de utilizare normală ....   | 69  |
| 2.1.3.3. Cabluri de comandă, semnalizare și control .....   | 81  |
| 2.1.3.4. Cabluri și conducte de telecomunicații ....  | 82  |
| 2.1.3.5. Conductoare pentru instalații electrice fixe .....   | 85  |
| 2.1.3.6. Cabluri și conducte pentru instalații electrice mobile .....   | 87  |
| 2.1.3.7. Cabluri și conducte pentru utilizări speciale .....  | 88  |
| 2.1.3.8. Conductoare torsadate izolate TYIR .....   | 90  |
| 2.1.4. Conductoare neizolate .....  | 91  |
| 2.1.4.1. Conductoare neizolate pentru linii electrice aeriene .....   | 91  |
| 2.1.4.2. Bare neizolate .....   | 94  |
| 2.1.5. Conductoare ionice (soluții apoase) .....  | 98  |
| 2.1.6. Materiale conductoare de mare rezistivitate .....  | 100 |
| 2.2. Materiale semiconductoare .....  | 104 |
| 2.3. Materiale electroizolante .....  | 105 |
| 2.3.1. Caracteristici tehnice .....   | 105 |
| 2.3.2. Materiale electroizolante utilizate în construcția mașinilor și aparatelor electrice .....                   | 107 |
| 2.3.2.1. Clasele de izolație .....  | 107 |
| 2.3.2.2. Lacuri electroizolante .....   | 108 |
| 2.3.2.3. Mase de turnare-compunduri-chituri .....   | 110 |
| 2.3.2.4. Hîrtie și țesături impregnate .....  | 111 |
| 2.3.2.5. Materiale flexibile lăcuite .....  | 111 |
| 2.3.2.6. Materiale stratificate dure .....  | 112 |
| 2.3.2.7. Materiale stratificate placate cu cupru ....   | 113 |
| 2.3.2.8. Produse pe bază de mică foiță .....  | 114 |
| 2.3.2.9. Produse pe bază de hîrtie de mică .....  | 115 |
| 2.3.2.10. Izolații combinate .....  | 116 |
| 2.3.3. Izolatoare electrice .....   | 117 |
| 2.3.3.1. Izolatoare pentru linii electrice aeriene ....   | 117 |
| 2.3.3.2. Izolatoare pentru stații electrice .....   | 118 |
| 2.3.3.3. Izolatoare pentru instalații de joasă tensiune .....   | 119 |
| 2.4. Materiale magnetice .....  | 121 |
| 2.4.1. Materiale magnetice moi .....  | 121 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.4.2. Materiale magnetice dure .....  | 122 |
| 2.5. Materiale de protecție mecanică și de susținere în instalațiile electrice ..... | 123 |
| 2.5.1. Tuburi și țevi de protecție a conductoarelor .....                            | 123 |
| 2.5.1.1. Tuburi și țevi de protecție a conductoarelor izolate .....                  | 123 |
| 2.5.1.2. Tuburi, blocuri și țevi pentru protecția cablurilor electrice .....         | 125 |
| 2.5.2. Semifabricate metalice .....  | 126 |
| 2.5.2.1. Profile din oțel laminate la cald .....                                     | 126 |
| 2.5.2.2. Profile din bandă de oțel formate la rece ....                              | 127 |
| 2.5.2.3. Table și împletituri din sîrmă de oțel .....                                | 129 |
| 2.5.3. Materiale pentru susținere la liniile electrice aeriene .....                 | 130 |
| 2.5.3.1. Stilpi .....  | 130 |
| 2.5.3.2. Elemente de susținere .....   | 131 |
| 2.6. Accesorii pentru executarea conexiunilor .....                                  | 134 |
| 2.6.1. Papuci pentru conductoare .....   | 134 |
| 2.6.1.1. Papuci stanțați pentru conductoare de cupru și aluminiu .....               | 134 |
| 2.6.1.2. Papuci presați sau turnați pentru conductoare multifilare din cupru .....   | 135 |
| 2.6.2. Cleme de legătură și racordare .....  | 136 |
| 2.6.3. Cleme de legătură pentru linii și stații electrice ....                       | 137 |
| 3. Aparat electrice de comutație și protecție .....                                  | 140 |
| 3.1. Categoriile de utilizare .....  | 140 |
| 3.2. Aparat de comutație acționat manual .....                                       | 141 |
| 3.2.1. Separatoare .....   | 141 |
| 3.2.2. Întreruptoare de sarcină de JT .....  | 142 |
| 3.2.3. Comutatoare cu came .....   | 142 |
| 3.2.4. Întreruptoare pachet de utilizare generală .....                              | 144 |
| 3.2.5. Aparat de conectare pentru instalații de iluminat și de prize aferente .....  | 145 |
| 3.2.6. Prize și fișe industriale .....   | 146 |
| 3.3. Aparat de conectare electromagnetice .....                                      | 147 |
| 3.3.1. Contactoare și ruptoare de curent continuu de utilizare generală .....        | 147 |
| 3.3.2. Contactoare de curent alternativ .....  | 147 |
| 3.4. Aparat de protecție contra supracurenților .....                                | 149 |
| 3.4.1. Siguranțe fuzibile de joasă tensiune .....                                    | 149 |
| 3.4.2. Siguranțe fuzibile de medie tensiune .....                                    | 150 |
| 3.4.3. Relee termice tripolare .....   | 151 |
| 3.5. Aparat de conectare și protecție .....  | 155 |
| 3.5.1. Întreruptoare automate de joasă tensiune .....                                | 155 |
| 3.5.2. Contactoare și întreruptoare automate de medie și înaltă tensiune .....       | 162 |
| 3.6. Aparat de protecție contra supracurenților și supratensiunilor .....            | 166 |
| 3.6.1. Bobine de reactanță uscate, fără miez de fier, pe cadru de beton .....        | 166 |



|  |     |
|--|-----|
| 3.6.2. Descărcătoare .....   | 167 |
| 3.7. Aparate de pornire a motoarelor și reglaj al turației .....   | 168 |
| 3.7.1. Comutatoare stea-triunghi și de inversarea sensului turației .....                                | 168 |
| 3.7.2. Autotransformatoare de pornire a motoarelor electrice trifazate de curent alternativ .....        | 170 |
| 3.7.3. Reostate de pornire pentru motoare asincrone cu rotor bobinat .....                               | 171 |
| 3.7.4. Reostate de pornire și reglaj metalice pentru motoare asincrone cu rotor bobinat .....            | 172 |
| 3.7.5. Reostate de pornire și reglaj cu lichid pentru motoare asincrone cu rotor bobinat .....           | 174 |
| 3.7.6. Reostate pentru mașini de curent continuu .....   | 175 |
| 3.7.7. Rezistențe pentru acționări diverse .....   | 176 |
| 3.7.8. Controlere .....  | 177 |
| 3.7.9. Convertizoare miniatură pentru acționarea reglabilă a motoarelor de curent continuu .....         | 177 |
| 3.7.10. Convertizoare statice de frecvență pentru comanda motoarelor de curent alternativ .....          | 182 |
| 3.8. Aparate de comutație și protecție în construcție antiexplozivă .....                                | 183 |
| 4. Aparate electrice de acționare, automatizare, măsurători și control .....                             | 185 |
| 4.1. Aparate pentru acționări și automatizări electrice .....  | 185 |
| 4.1.1. Aparate de comandă manuală .....  | 185 |
| 4.1.2. Microinterrupătoare .....   | 188 |
| 4.1.3. Limitatoare .....   | 192 |
| 4.1.4. Electromagneți de acționare .....   | 193 |
| 4.1.5. Relee uzuale .....  | 194 |
| 4.1.6. Aparatură de automatizare din compunerea buclelor de reglare .....                                | 205 |
| 4.2. Transformatoare de măsurat .....  | 207 |
| 4.2.1. Transformatoare de curent .....   | 207 |
| 4.2.2. Transformatoare de tensiune .....   | 211 |
| 4.3. Aparate electrice de măsurat .....  | 212 |
| 4.3.1. Aparate de măsurat de tablou .....  | 212 |
| 4.3.2. Aparate pentru măsurarea energiei electrice .....   | 218 |
| 4.3.3. Aparate electrice pentru măsurarea mărimilor ne-electrice .....                                   | 221 |
| 4.3.4. Aparate și instalații pentru încercări și verificări electrice .....                              | 223 |
| 4.4. Aparate de semnalizare .....  | 227 |
| 4.5. Echipamente pentru instalații de acționare măsurători și control în construcție antiexplozivă ..... | 228 |
| 5. Lămpi și corpuri de iluminat .....  | 229 |
| 5.1. Lămpi electrice .....   | 229 |
| 5.1.1. Lămpi cu incandescență .....  | 229 |
| 5.1.2. Lămpi fluorescente tubulare .....   | 230 |
| 5.1.3. Lămpi cu vapori de înaltă presiune .....  | 230 |
| 5.2. Corpuri pentru iluminat fluorescent .....   | 232 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.1. Caracteristici generale .....   | 232 |
| 5.2.2. Coeficienți de utilizare .....  | 240 |
| 5.3. Corpuri pentru iluminat cu incandescență .....  | 243 |
| 5.3.1. Caracteristici generale .....   | 243 |
| 5.3.2. Coeficienți de utilizare .....  | 244 |
| 6. Aparate electrice de putere .....   | 246 |
| 6.1. Transformatoare electrice .....   | 246 |
| 6.1.1. Generalități .....  | 246 |
| 6.1.2. Transformatoare mici .....  | 253 |
| 6.1.2.1. Transformatoare mici de utilizare curentă ..  | 253 |
| 6.1.2.2. Calculul transformatoarelor mici pînă la<br>630 VA .....  | 255 |
| 6.1.3. Transformatoare de putere .....   | 258 |
| 6.1.3.1. Transformatoare trifazate în ulei cu două<br>înfășurări de aluminiu 6,10,20/0,4 kV,<br>reglaj $\pm 5\%$ ..... | 258 |
| 6.1.3.2. Transformatoare trifazate uscate cu două<br>înfășurări din cupru, reglaj $\pm 5\%$ .....                      | 259 |
| 6.1.3.3. Transformatoare în ulei cu două înfășurări<br>de medie și înaltă tensiune .....                               | 261 |
| 6.1.4. Transformatoare de sudare cu arc electric .....   | 262 |
| 6.1.5. Exploatarea, întreținerea și repararea transforma-<br>toarelor .....  | 263 |
| 6.2. Condensatoare pentru compensarea energiei electrice reactive<br>în rețelele de curent alternativ .....            | 265 |
| 6.3. Aparate pentru producerea curentului continuu utilizat în<br>instalațiile industriale .....                       | 266 |
| 6.3.1. Acumulatori electrice .....   | 266 |
| 6.3.2. Redresoare cu seleniu .....   | 268 |
| 6.3.3. Redresoare cu tiristoare .....  | 272 |
| 6.3.4. Bloc de alimentare pentru curentul continuu operativ<br>din stațiile electrice, tip BACC .....                  | 274 |
| 7. Mașini electrice .....  | 275 |
| 7.1. Generalități .....  | 275 |
| 7.1.1. Formele de construcție ale mașinilor electrice .....  | 275 |
| 7.1.2. Marcarea capetelor înfășurărilor și a bornelor .....  | 276 |
| 7.1.3. Executarea conexiunilor la borne .....  | 278 |
| 7.1.4. Serviciile mașinilor electrice .....  | 279 |
| 7.1.5. Proprietățile și domeniile principale de utilizare ale<br>motoarelor electrice de uz curent .....               | 282 |
| 7.2. Motoare asincrone .....   | 283 |
| 7.2.1. Ecuații și caracteristici de funcționare principale .....   | 283 |
| 7.2.2. Puterile, tensiunile și turațiile nominale normate ale<br>motoarelor electrice asincrone trifazate .....        | 285 |
| 7.2.3. Motoare electrice asincrone trifazate cu o singură<br>turație de utilizare curentă în acționări electrice ..... | 286 |
| 7.2.4. Motoare electrice asincrone cu mai multe turații<br>pentru acționări generale .....                             | 288 |



|   |     |
|---|-----|
| 7.2.5. Motoare electrice asincrone trifazate cu inele de<br>utilizare frecventă .....   | 290 |
| 7.3. Mașini electrice sincrone .....  | 291 |
| 7.3.1. Caracteristici funcționale principale .....  | 291 |
| 7.3.2. Generatoare sincrone de uz general .....   | 292 |
| 7.3.3. Motoare sincrone .....   | 292 |
| 7.4. Mașini de curent continuu .....  | 293 |
| 7.4.1. Ecuații și caracteristici de funcționare .....   | 293 |
| 7.4.2. Generatoare de curent continuu de utilizare generală .....   | 295 |
| 7.4.3. Motoare de curent continuu de utilizare generală ....  | 296 |
| 7.4.4. Motoare de curent continuu alimentate prin conver-<br>tizoare, pentru acționările principale ale mașinilor<br>unelte cu comandă numerică ..... | 298 |
| 7.5. Motoare electrice diverse .....  | 304 |
| 7.5.1. Micromotoare electrice și microreductoare .....  | 304 |
| 7.5.2. Motoare de curent continuu cu întrefier axial și rotor<br>disc .....   | 305 |
| 7.6. Grupuri convertizoare .....  | 306 |
| 7.6.1. Grupuri convertizoare de curent .....  | 306 |
| 7.6.2. Convertizoare de sudare cu arc electric .....  | 306 |
| 7.6.3. Convertizoare de medie frecvență .....   | 308 |
| 7.7. Grupuri electrogene de curent alternativ .....   | 309 |
| 7.7.1. Grupuri electrogene cu comandă manuală .....   | 309 |
| 7.7.2. Grupuri electrogene cu comandă automată .....  | 310 |
| 7.8. Indicații generale privind exploatarea, întreținerea și repa-<br>rarea mașinilor electrice .....   | 312 |
| 7.8.1. Indicații de exploatare și întreținere .....   | 312 |
| 7.8.2. Categoriile de reparații .....   | 313 |
| 7.8.3. Calculul rebobinării motoarelor asincrone trifazate în<br>colivie .....  | 314 |
| 7.8.4. Încercările mașinilor electrice reparate .....   | 321 |
| 8. Echipamente electrice prefabricate .....   | 324 |
| 8.1. Tablouri de distribuție de joasă tensiune .....  | 324 |
| 8.1.1. Tablouri de distribuție pe plăci izolante .....  | 324 |
| 8.1.2. Tablouri de distribuție pe plăci sau cadre metalice ..   | 324 |
| 8.1.2.1. Tablouri de apartament .....   | 324 |
| 8.1.2.2. Tablouri de distribuție deschise .....   | 326 |
| 8.1.2.3. Tablouri de distribuție STELBLOC .....   | 328 |
| 8.1.3. Tablouri de distribuție debroșabile .....  | 329 |
| 8.1.4. Tablouri de distribuție în panouri .....   | 331 |
| 8.1.5. Tablouri de distribuție în dulapuri .....  | 334 |
| 8.1.6. Tablouri de distribuție capsulate .....  | 337 |
| 8.1.6.1. Tablouri de distribuție EA, ICMA, TIAB ..  | 337 |
| 8.1.6.2. Tablouri de distribuție ELECTROCONTACT<br>Botoșani .....   | 344 |
| 8.1.6.3. Cutii terminale .....  | 346 |
| 8.2. Celule prefabricate de medie tensiune .....  | 347 |
| 8.2.1. Celule prefabricate pentru instalații de conexiuni ....  | 347 |
| 8.2.1.1. Celule de interior închise .....   | 347 |

|  |     |
|--|-----|
| 8.2.1.2. Celule de interior deschise .....   | 350 |
| 8.2.2. Celule prefabricate pentru posturi de transformare ..   | 352 |
| 8.2.2.1. Celule de interior închise .....  | 352 |
| 8.2.2.2. Celule de interior deschise .....   | 353 |
| 8.2.2.3. Celule de exterior .....  | 354 |
| 8.3. Baterii de condensatoare statice pentru îmbunătățirea fa-<br>torului de putere .....  | 357 |
| 8.3.1. Baterii de condensatoare statice 380/220 V .....  | 357 |
| 8.3.2. Baterii de condensatoare de medie tensiune .....  | 360 |
| 8.4. Dăre neizolate capsulate sau protejate .....  | 362 |
| 8.5. Posturi de transformare prefabricate .....  | 364 |
| 9. Alimentarea consumatorilor cu energie electrică .....   | 368 |
| 9.1. Tensiuni și frecvențe de alimentare .....   | 368 |
| 9.2. Siguranța alimentării electroenergetice a consumatorilor și<br>receptoarelor și sistemele corespunzătoare de racord și<br>distribuție ..... | 371 |
| 9.3. Condiții impuse în utilizarea receptoarelor care ar putea<br>prejudicia funcționarea rețelei furnizorului de energie<br>electrică .....     | 375 |
| 9.3.1. Autorizarea utilizării receptoarelor electrotermice și a<br>motoarelor electrice .....  | 375 |
| 9.3.2. Limitarea regimului deformant .....   | 376 |
| 9.3.3. Combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție ..   | 377 |
| 9.4. Sarcini și consumuri electroenergetice .....  | 378 |
| 9.4.1. Metode de calcul simplificate .....   | 378 |
| 9.4.2. Date de consum pe ramuri industriale .....  | 381 |
| 9.4.3. Date de consum pe categorii de receptoare .....   | 385 |
| 9.4.4. Curenții de calcul pe categorii de receptoare la ten-<br>siunea de 380/220 V .....  | 390 |
| 9.4.5. Bilanțuri electroenergetice .....   | 392 |
| 9.5. Defecte și regimuri anormale principale în funcționarea<br>rețelelor electrice .....  | 401 |
| 9.5.1. Scurtcircuitul. Punerea la pământ. Suprasarcina ....  | 401 |
| 9.5.2. Calculul curenților de scurtcircuit .....   | 403 |
| 10. Instalații de conexiuni și transformare .....  | 412 |
| 10.1. Categorii de instalații și compunerea lor .....  | 412 |
| 10.2. Partea de construcție a instalațiilor .....  | 417 |
| 10.2.1. Condiții de amplasare .....  | 417 |
| 10.2.2. Construcțiile aferente instalațiilor interioare ....   | 420 |
| 10.2.3. Construcții aferente instalațiilor exterioare .....  | 426 |
| 10.2.4. Instalații aferente și dotări .....  | 428 |
| 10.3. Echiparea electrică .....  | 430 |
| 10.3.1. Distanțe minime de izolare în aer și de pro-<br>tecție .....   | 430 |
| 10.3.2. Alegerea transformatoarelor .....  | 433 |
| 10.3.3. Alegerea bobinelor de reactanță .....  | 435 |
| 10.3.4. Alegerea barelor și izolatoarelor .....  | 437 |
| 10.3.5. Alegerea aparatelor de conectare .....   | 442 |



|   |     |
|---|-----|
| 10.3.6. Alegerea transformatoarelor de măsură .....   | 445 |
| 10.4. Protecția și automatizarea instalațiilor de conexiuni și transformare .....   | 451 |
| 10.4.1. Protecția barelor colectoare și cuplelor .....  | 451 |
| 10.4.2. Protecția liniilor .....  | 453 |
| 10.4.3. Protecția transformatoarelor .....  | 458 |
| 10.4.4. Instalații de automatizare uzuale în rețele electrice ale consumatorilor .....  | 462 |
| 10.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor de conexiuni și transformare .....                                   | 462 |
| 11. Instalații electrice de forță .....   | 465 |
| 11.1. Pornirea motoarelor electrice de acționare .....  | 465 |
| 11.1.1. Pornirea motoarelor electrice asincrone în colivie .....  | 465 |
| 11.1.2. Pornirea motoarelor electrice asincrone cu inele .....  | 472 |
| 11.1.3. Pornirea motoarelor sincrone .....  | 478 |
| 11.1.4. Pornirea motoarelor de curent continuu .....  | 479 |
| 11.2. Reglajul turației motoarelor electrice .....  | 481 |
| 11.2.1. Reglajul turației motoarelor asincrone .....  | 481 |
| 11.2.2. Reglajul turației motoarelor de c.c. ....   | 484 |
| 11.3. Instalații de forță de joasă tensiune .....   | 484 |
| 11.3.1. Dimensionarea circuitelor .....   | 484 |
| 11.3.2. Dimensionarea coloanelor .....  | 490 |
| 11.3.3. Alegerea circuitelor motoarelor asincrone trifazate cu tensiunea nominală de 380 V .....                                | 491 |
| 11.3.4. Electroalimentarea utilajelor de ridicat și transportat pe căi de rulare .....  | 493 |
| 11.3.5. Instalații de distribuție .....   | 501 |
| 11.4. Instalații electrice de medie tensiune .....  | 503 |
| 11.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor electrice de forță .....   | 504 |
| 12. Instalații electrice de iluminat .....  | 508 |
| 12.1. Alegerea sistemului de iluminat .....   | 508 |
| 12.1.1. Categorii de iluminat electric .....  | 508 |
| 12.1.2. Alegerea surselor electrice de iluminat .....   | 511 |
| 12.1.3. Iluminări medii normate pentru iluminat normal .....  | 511 |
| 12.1.4. Iluminări medii normate pentru iluminat de siguranță .....  | 515 |
| 12.1.5. Asigurarea calității iluminatului .....   | 516 |
| 12.1.6. Criterii de alegere a sistemului de iluminat ....   | 517 |
| 12.2. Calculul iluminatului electric .....  | 519 |
| 12.2.1. Metoda factorului de utilizare .....  | 519 |
| 12.2.2. Metoda punct cu punct .....   | 523 |
| 12.2.3. Metoda puterii specifice .....  | 526 |
| 12.3. Dimensionarea circuitelor și coloanelor instalațiilor de iluminat .....   | 527 |
| 12.3.1. Dimensionarea circuitelor instalațiilor de iluminat și de prize pentru aparate electrice de uz casnic și similare ..... | 527 |

|  |     |
|--|-----|
| 12.3.2. Dimensionarea coloanelor pentru racordarea tablourilor de distribuție ale instalațiilor de iluminat  | 531 |
| 12.4. Montarea aparatelor instalațiilor de iluminat  | 532 |
| 12.4.1. Condiții generale de montare   | 532 |
| 12.4.2. Distanțe de montaj ale corpurilor de iluminat  | 535 |
| 12.4.3. Distanțe de montaj ale aparatelor de conectare ale instalațiilor de iluminat                         | 536 |
| 12.5. Exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice de iluminat  | 538 |
| 13. Instalații de condensatoare statice pentru îmbunătățirea factorului de putere                            | 541 |
| 13.1. Organizarea instalației  | 541 |
| 13.2. Dimensionarea instalației  | 542 |
| 13.3. Montarea și exploatarea instalațiilor  | 546 |
| 14. Instalații de protecție a construcțiilor contra trăsnetului  | 548 |
| 14.1. Criterii de prevedere și amplasare   | 548 |
| 14.2. Compunerea și execuția instalațiilor   | 550 |
| 14.2.1. Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului, montate pe construcție             | 550 |
| 14.2.2. Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului, montate independent de construcție | 555 |
| 14.2.3. Instalații de protecție contra efectelor secundare ale trăsnetului                                   | 555 |
| 14.2.4. Protecția contra descărcărilor laterale  | 556 |
| 14.2.5. Detalii suplimentare de execuție   | 557 |
| 14.3. Calculul zonei de protecție contra trăsnetului   | 557 |
| 14.4. Verificarea instalațiilor  | 560 |
| 15. Protecția muncii în instalațiile electrice   | 561 |
| 15.1. Generalități   | 561 |
| 15.1.1. Măsuri de protecția muncii în instalațiile electrice   | 561 |
| 15.1.2. Limite de tensiune și curent   | 566 |
| 15.2. Instalații de legare la pământ pentru protecția contra electrocutării                                  | 568 |
| 15.2.1. Compunere. Materiale. Execuție   | 568 |
| 15.2.2. Utilizarea în comun a instalațiilor de legare la pământ  | 572 |
| 15.2.3. Dimensionarea instalației de legare la pământ  | 572 |
| 15.2.4. Măsurarea rezistenței de dispersie și verificarea instalațiilor de legare la pământ                  | 580 |
| 15.3. Instalații de legare la nul de protecție   | 581 |
| 15.3.1. Mod de realizare   | 581 |
| 15.3.2. Materiale. Secțiuni minime   | 582 |
| 15.3.3. Verificarea instalațiilor de legare la nul de protecție  | 583 |
| 15.3.4. Cazuri particulare   | 584 |
| 16. Rețele electrice   | 587 |
| 16.1. Condiții generale privind utilizarea materialelor  | 587 |
| 16.1.1. Materialul conductoarelor  | 587 |



|   |     |
|---|-----|
| 16.1.2. Secțiuni minime în folosirea conductoarelor .....   | 588 |
| 16.1.3. Secțiunea economică a conductoarelor .....  | 588 |
| 16.2. Linii electrice aeriene .....   | 593 |
| 16.2.1. Condiții de calcul .....  | 593 |
| 16.2.2. Condiții de execuție .....  | 603 |
| 16.2.3. Cazuri speciale .....   | 605 |
| 16.3. Rețele cu cabluri electrice .....   | 617 |
| 16.3.1. Alegerea cablurilor .....   | 617 |
| 16.3.2. Condiții de instalare .....   | 618 |
| 16.3.3. Măsuri speciale de protecție contra incendiului în gospodăriile de cabluri .....                                | 628 |
| 16.4. Rețele cu conductoare .....   | 630 |
| 16.4.1. Conducte montate aerian în clădiri .....  | 630 |
| 16.4.2. Conducte izolate montate în țevi, tuburi sau goluri (canale) practicate în elemente de beton prefabricate ..... | 631 |
| 16.4.3. Conducte plate cu izolație și manta .....   | 632 |
| 16.5. Exploatarea, întreținerea și repararea liniilor electrice aeriene .....   | 632 |
| 17. Particularități în proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor cu caracter special .....                     | 635 |
| 17.1. Instalații de acumuloare electrice .....  | 635 |
| 17.1.1. Organizarea instalației .....   | 635 |
| 17.1.2. Dimensionarea instalației .....   | 636 |
| 17.1.3. Exploatarea instalației de acumuloare .....   | 640 |
| 17.2. Instalații electrice în mediu cu pericol de explozie .....  | 642 |
| 17.3. Instalații electrice aferente instalațiilor de stins incendiu .....   | 644 |
| 17.4. Iluminatul de balizaj .....   | 646 |
| 17.5. Instalațiile electrice aferente instalațiilor de galvanizare și electroliză .....                                 | 647 |
| 17.6. Instalații electrice aferente centralelor termice .....   | 649 |
| 17.7. Instalații electrice aferente fabricilor și stațiilor de distribuție de oxigen .....                              | 649 |
| 17.8. Instalații electrice aferente instalațiilor care produc sau utilizează acetilenă .....                            | 650 |
| 17.9. Instalații electrice aferente cuptoarelor industriale ....  | 651 |
| 17.9.1. Cuptoare electrice cu arc .....   | 651 |
| 17.9.2. Cuptoare electrice cu rezistențe .....  | 653 |
| 17.9.3. Cuptoare electrice cu inducție .....  | 654 |
| 17.9.4. Instalații AMCR pentru utilizarea rațională a energiei .....  | 655 |
| 17.10. Instalații electrice aferente utilajelor de înaltă frecvență .....   | 656 |
| 17.10.1. Reguli generale .....  | 656 |
| 17.10.2. Reguli pe categorii de instalații .....  | 657 |
| 17.11. Instalații electrice aferente utilajelor de ridicat și transportat .....   | 660 |
| 17.11.1. Instalații aferente macaralelor .....  | 660 |

|   |     |
|---|-----|
| 17.11.2. Instalații aferente ascensoarelor .....                | 661 |
| 17.12. Instalații electrice pe șantiere .....                   | 664 |
| 18. Instalații de telecomunicații la abonat .....               | 666 |
| 18.1. Generalități .....  | 666 |
| 18.2. Instalații de telefonie .....                             | 669 |
| 18.3. Instalații de dispecer, interfon și căutare persoane .... | 673 |
| 18.4. Instalații de radioficare și TV .....                     | 673 |
| 18.5. Instalații de ceasuri electrice .....                     | 674 |
| 18.6. Instalații de semnalizare a incendiilor .....             | 675 |



## 1. DATE INTRODUCTIVE

### UTILE ÎN ACTIVITATEA ELECTRICIANULUI

#### 1.1. Acte normative privind proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice

##### 1.1.1. Acte normative republicane

✕ *I7-78.* Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori, cu tensiunea pînă la 1 000 V — INCERC.

*I20-79.* Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor de protecție contra trăsnetului a construcțiilor — INCERC.

*PE 107-81.* Normativ pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice — ISPE.

✕ *PE 124-78.* Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari — ISPE.

*PE 136-80.* Normativ privind folosirea rațională a energiei electrice la iluminatul artificial și la utilizări casnice — ICEMENERG.

*PE 135-85.* Instrucțiuni tehnice privind determinarea secțiunii economice a conductoarelor în instalațiile de distribuție de 1—110 kV — IPB.

*PE 145-85.* Normativ privind stabilirea puterilor nominale economice pentru transformatoarele din posturi — IPB.

*P17-85.* Normativ pentru proiectarea stațiilor pentru electrocare și electrostivuitoare — IPIU.

*I.18-82.* Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor interioare de telecomunicații din clădirile civile și industriale — ICPTTc.



C56-75. Normativ pentru verificarea calității lucrărilor de construcții și instalații aferente — INCERC.

C204-80. Normativ — cadru privind verificarea calității lucrărilor de montaj al utilajelor și instalațiilor tehnologice pentru obiective de investiții — IGSIC + ICCPDC.

C167-77. Norme privind cuprinsul și modul de întocmire, completare și păstrare a cărții tehnice a construcției — IGSIC + ICCPDC.

C16-79. Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și instalații aferente — INCERC.

*Norme republicane de protecție a muncii* — MM + MS.

P118-83. Norme tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focurilor — INCERC + IPCT.

*Norme generale de protecție împotriva incendiilor la proiectarea și realizarea construcțiilor și instalațiilor* — Decret nr. 290/16.8.1977.

### 1.1.2. Acte normative departamentale

#### Ministerul energiei electrice:

PE 003/79. Nomenclatorul de verificări, încercări și probe privind montajul, punerea în funcțiune și darea în exploatare a instalațiilor energetice.

PE 005/80. Regulamentul pentru analiza și evidența incidentelor de exploatare din instalațiile de producere, transport și distribuție a energiei electrice și căldurii.

PE 006/61. Instrucțiuni generale de protecție a muncii pentru unitățile MEE.

PE 119/82. Norme de protecție a muncii pentru instalațiile electrice.

PE 101/85. Normativ pentru construirea instalațiilor electrice de conexiuni și transformare (completat cu instrucțiunile PE 101A/85).

PE 111 — vol. I, II/75 + vol. III/78. Instrucțiuni pentru proiectarea stațiilor de conexiuni și transformare.

PE 102/69. Normativ pentru proiectarea instalațiilor de conexiuni și distribuție cu tensiuni până la 1 000 V c.a. în unitățile energetice.

PE 112/83. Normativ pentru proiectarea instalațiilor de curent continuu din centrale și stații electrice.

PE 103/70. Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice în condițiile curenților de scurtcircuit.

PE 104/79. Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V.

PE 105/83. Metodologie pentru dimensionarea stîlpilor metalici ai liniilor aeriene.

PE 106/83. Normativ pentru construcția liniilor aeriene de joasă tensiune.

PE 107/81 cu modificările din 1983. Normativ pentru proiectarea rețelelor din cabluri electrice.

PE 109/81. Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor.

PE 114/83. Regulament de exploatare tehnică a surselor de curent continuu.

PE 115/73. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor auxiliare din stații (aer comprimat, ventilație, iluminat și forță).

PE 116/84. Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice.

PE 118/79. Regulament general de manevre în instalațiile electrice.

PE 124/78. Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari.

PE 125/78. Instrucțiuni privind coordonarea coexistenței instalațiilor electrice cu liniile de telecomunicații.

PE 126/82. Regulament de exploatare tehnică a echipamentelor electrice de distribuție primară.

PE 127/83. Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice aeriene.

PE 128/73. Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice în cablu.

PE 129/81. Regulament de exploatare a uleiurilor electroizolante.

PE 131/74. Regulament de exploatare a motoarelor electrice.

PE 134/84. Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice.



PE 139/77. Instrucțiuni privind normarea consumului de energie în rețelele electrice.

PE 142/80. Normativ privind combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție.

PE 143/80. Normativ privind limitarea regimului deformat.

PE 147/83. Normativ de proiectare privind tratarea neutrului în rețelele de medie tensiune.

PE 501/85. Normativ privind proiectarea instalațiilor de protecție prin relee și automatizare.

PE 502/75 ... 80. Normativ privind dotarea instalațiilor tehnologice cu aparate de măsură și automatizare.

PE 503/77. Normativ de proiectare a instalațiilor de comandă și control din centrale și stații electrice.

PE 505/73. Regulament de exploatare tehnică a camerelor de comandă și de supraveghere a instalațiilor electrice.

PE 506/83. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor de circuite secundare.

PE 601/84. Instrucțiuni de proiectare a instalațiilor de telemecanică a stațiilor electrice fără personal permanent.

PE 602/80. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor de telecomunicații.

PE 603/82. Instrucțiuni pentru proiectarea instalațiilor de telefonie aferente stațiilor electrice.

PE 902/70 (E 2 + 7/70). Normativ privind metodica de întocmire și analiză a bilanțurilor energetice în întreprinderile industriale și similare.

PE 905/60. Normativ privind dotarea cazanelor de abur și apă fierbinte cu mijloace de măsurare, în scopul exploatării lor economice.

PE 909/61. Instrucțiuni pentru exploatarea economică a cuptoarelor electrice cu arc cu acțiune directă pentru topirea oțelului precum și pentru întocmirea și analiza bilanțului energetic al acestor cuptoare.

PE 913/67 (E 19/67). Normativ privind dotarea cuptoarelor industriale cu mijloace de măsurare în scopul utilizării raționale a combustibililor.

PE 928/81. Instrucțiuni privind modul de calcul al indicatorilor care definesc eficiența economică a consumatorilor tampon de energie electrică și tariful energiei pentru acești consumatori.

*PE 929/66.* Prescripții privind recuperarea resurselor energetice secundare și determinarea eficienței economice a acestei recuperări.

*PE 930/67 + supliment modificări 1970.\** Regulament pentru exploatarea tehnică a instalațiilor electrice din întreprinderile industriale și similare.

*PE 931/75.* Instrucțiuni privind compensarea puterii reactive la consumatorii industriali și similari.

*PE 936/83.* Instrucțiuni privind modul de autorizare a introducerii în proiecte, a montării și a utilizării receptoarelor electrotermice.

*3RE-I12-83.* Instrucțiuni privind supraîncărcarea temporară, accidentală sau periodică a transformatoarelor de putere în ulei.

*3.1.RE-I15-78.* Instrucțiuni privind calibrarea, înlocuirea și evidența siguranțelor fuzibile.

*3.2.RE-I17-82.* Instrucțiuni privind repararea liniilor electrice subterane cu tensiuni până la 35 kV inclusiv.

*3.2.RE-I18-70.* Instrucțiuni pentru verificarea aparatelor electrice de pe panouri.

*3.2.RE-I20-70.* Instrucțiuni pentru lucrările de revizii la instalațiile de anclanșare automată a rezervei (AAR).

*3.RE-I23-78.* Instrucțiuni de exploatare și întreținere a instalațiilor de legare la pământ.

*1.RE-I41-82.* Instrucțiuni privind atribuții și responsabilități pentru aplicarea în activitatea de proiectare a prevederilor de protecția muncii cuprinse în legislația în vigoare.

*3.1.RE-I42-82.* Instrucțiuni tehnologice de lucru sub tensiune în instalațiile electrice de joasă tensiune.

#### **Ministerul industriei chimice: .**

*I.D.17-1973.* Normativ departamental pentru instalații electrice în medii cu pericol de explozie.

*NPCICH-1972.* Normativ departamental pentru proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor (n.a. — inclusiv instalații care produc sau utilizează acetilenă).

*P.D.43-74.* Normativ departamental pentru proiectarea fabricilor de oxigen și stațiilor de distribuție oxigen.

*P.D.103-72.* Normativ departamental privind proiectarea depozitelor de azotat de amoniu.



### 1.1.3. Standarde de stat

STAS 1590-71 ... 79. Electrotehnică și electroenergetică. Semne convenționale.

STAS 1842-73. Instalații electrice interioare în construcții. Semne convenționale.

STAS 11381-80 ... 84. Semne convenționale pentru scheme electrice.

STAS 12120-83. Instalații electrice. Scheme, diagrame, tabele.

STAS 6755-81. Automatică. Semne convenționale și simboluri literale.

STAS E8303-69. Noțiuni energetice de bază folosite la elaborarea bilanțurilor și balanțelor energetice.

STAS 2551-69. Instalații de producere a energiei electrice. Puteri. Terminologie.

STAS 930-75. Rețele electrice. Tensiuni nominale și abateri admisibile.

STAS 7044-75. Rețele și receptoare electrice miniere. Tensiuni nominale.

STAS 4297-79. Aparate și utilaje electrice. Curenți nominali.

STAS R9321-72. Prefabricate electrice de joasă tensiune.

STAS 832-79. Influențe ale instalațiilor electrice de înaltă tensiune asupra liniilor de telecomunicații. Prescripții.

STAS 4936-71. Marcarea barelor și barețelor colectoare pentru centrale și stații electrice de conexiuni și transformare.

STAS 9638-74. Marcarea conductoarelor izolate pentru identificarea circuitelor instalațiilor electrice.

STAS 8275-78. Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie.

STAS 6119-78. Instalații electrice de joasă tensiune. Instalații de legare la pământ de protecție.

STAS 7334-83. Instalații electrice de înaltă tensiune. Instalații de legare la pământ de protecție. Prescripții.

STAS 4102-80. Piese pentru instalații de legare la pământ de protecție.

STAS 6616-83. Instalații electrice de joasă tensiune. Instalații de legare la nul de protecție. Prescripții.

STAS 6489-80 — 83 Coordonarea izolației în instalațiile electrice cu tensiuni peste 1 kV. Prescripții.

STAS 8074-76. Încrucișări între liniile de contact pentru tramvaie și troleibuze și linii electrice aeriene sau linii aeriene de telecomunicații. Prescripții.

STAS 9637-74. Instalațiile electrice ale clădirilor. Terminologie.

STAS 234-79. Bransamente electrice. Coloane.

STAS 8138-83. Echipamente electrice pentru mașini industriale.

STAS 831-79. Linii aeriene. Utilizarea în comun a stîlpilor pentru linii de energie electrică, de tracțiune și de telecomunicații. Prescripții.

STAS 7070-74. Instalații de automatizare. Reguli pentru întocmirea documentațiilor tehnice desenate.

STAS 8028-75. Sisteme de reglare automată. Terminologie.

STAS 4663-85. Poduri rulante. Chestionar de proiectare.

STAS 6773-79. Poduri rulante. Linii de contact. Prescripții de proiectare și execuție.

STAS 7335-74 ... 80. Protecția contra coroziunii a construcțiilor metalice îngropate.

STAS 6877/1 ... 11-74 ... 79. Echipamente electrice pentru atmosferă explozivă.

STAS 5325-79. Grade normale de protecție asigurate prin carcasare. Clasificare și metode de verificare.

## 1.2. Date și relații de calcul electrotehnice uzuale

### 1.2.1. Mărimi electrice, magnetice și fotometrice și unitățile lor de măsură

| Mărimea   |          | Unitatea de măsură |          |
|-----------|----------|--------------------|----------|
| Denumirea | Simbolul | Denumirea          | Simbolul |
| 1         | 2        | 3                  | 4        |

#### Mărimi electrice

|  |                |                   |                  |
|--|----------------|-------------------|------------------|
| Sarcina electrică                            | $Q$            | coulomb           | C                |
| Densitatea sarcinii electrice:<br>— de volum | $\rho, (\eta)$ | coulomb/metru cub | C/m <sup>3</sup> |

| 1                                    | 2                | 3                       | 4                |
|--------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| — de suprafață                       | $\sigma$         | coulomb/metru<br>pătrat | C/m <sup>2</sup> |
| — de linie (liniară)                 | $\rho_l$         | coulomb/metru           | C/m              |
| Intensitatea curentului<br>electric  | $I, i$           | amper                   | A                |
| Intensitatea cîmpului<br>electric    | $E, (K)$         | volt/metru              | V/m              |
| Tensiune electrică                   | $U, u$           | volt                    | V                |
| Potențial electric                   | $V, \varphi$     | volt                    | V                |
| Tensiune (forță) electro-<br>motoare | $E$              | volt                    | V                |
| Moment electric                      | $p$              | coulomb-metru           | C · m            |
| Polarizație electrică                | $P$              | coulomb/metru<br>pătrat | C/m <sup>2</sup> |
| Flux electric                        | $\psi$           | coulomb                 | C                |
| Inducție electrică                   | $D$              | coulomb/metru<br>pătrat | C/m <sup>2</sup> |
| Capacitate electrică                 | $C$              | farad                   | F                |
| Permitivitate                        | $\epsilon$       | farad/metru             | F/m              |
| Densitatea curentului<br>electric:   |                  |                         |                  |
| — de suprafață                       | $J, j$           | amper/metru<br>pătrat   | A/m <sup>2</sup> |
| — de linie (pînză de<br>curent)      | $A, (a)$         | amper/metru             | A/m              |
| Rezistență electrică                 | $R$              | ohm                     | $\Omega$         |
| Rezistivitatea electrică             | $\rho$           | ohm · metru             | $\Omega \cdot m$ |
| Conductanță electrică                | $G$              | siemens                 | S                |
| Conductivitate electrică             | $\gamma, \sigma$ | siemens/metru           | S/m              |
| Impedanță                            | $Z$              | ohm                     | $\Omega$         |
| Reactanță                            | $X$              | ohm                     | $\Omega$         |
| Admitanță                            | $Y$              | siemens                 | S                |
| Susceptanță                          | $B$              | siemens                 | S                |
| Putere electrică activă              | $P$              | watt                    | W                |
| Putere electrică reactivă            | $Q$              | var                     | var              |
| Putere electrică aparentă            | $S$              | voltamper               | VA               |
| Energie electrică                    | $W, E$           | wattoră                 | Wh               |

## Mărimi magnetice

|                           |          |                          |                    |
|---------------------------|----------|--------------------------|--------------------|
| Intensitate cîmp magnetic | $H$      | amper/metru              | A/m                |
| Tensiune magnetică        | $U_m$    | amper                    | A                  |
| Tensiune magnetomotoare   | $F, F_m$ | amper                    | A                  |
| Inducție magnetică        | $B$      | tesla                    | T                  |
| Flux magnetic             | $\Phi$   | weber                    | Wb                 |
| Moment magnetic           | $m$      | amper · metru-<br>pătrat | A · m <sup>2</sup> |



| 1                     | 2           | 3           | 4               |
|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|
| Magnetizație          | $M, H_i$    | amper/metru | A/m             |
| Polarizație magnetică | $J, B_i$    | tesla       | T               |
| Permeabilitate        | $\mu$       | henry/metru | H/m             |
| Permeanță             | $A, (P)$    | henry       | H               |
| Inductanță proprie    | $L$         | henry       | H               |
| Inductanță mutuală    | $M, L_{12}$ | henry       | H               |
| Reluctanță            | $R_m$       | 1/henry     | H <sup>-1</sup> |

## Mărimi fotometrice

|   |                      |                         |                   |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Intensitate luminoasă                         | $I_v, I$             | candelă                 | cd                |
| Flux luminos                                  | $\Phi_v, \Phi$       | lumen                   | lm                |
| Randament luminos                             | $\eta_v, \eta$       | lumen/watt              | lm/W              |
| Cantitate de lumină                           | $Q_v, Q$             | lumen · secundă         | lm · s            |
| Densitatea de suprafață a<br>fluxului luminos | $\varphi_v, \varphi$ | lumen/metru<br>pătrat   | lm/m <sup>2</sup> |
| Luminanță                                     | $L_v, L$             | candelă/metru<br>pătrat | cd/m <sup>2</sup> |
| Emitanță luminoasă                            | $M_v, M$             | lumen/metru<br>pătrat   | lm/m <sup>2</sup> |
| Iluminare                                     | $E_v, E$             | lux                     | lx                |
| Expunere luminoasă                            | $H_v, FH$            | lux · secundă           | lx · s            |

## Mărimi diverse

|           |     |       |    |
|-----------|-----|-------|----|
| Frecvență | $f$ | hertz | Hz |
|-----------|-----|-------|----|

Notă: 1. Multiplii și submultiplii unităților de măsură au prefixele și valorile din tabelul următor:

| Multiplii | Denumirea              | deca   | hecto  | kilo   | mega   | giga   | tera      | peta      | exa       |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
|           | Simbolul               | da     | h      | k      | M      | G      | T         | P         | E         |
|           | $10^n \cdot \text{UM}$ | $10^1$ | $10^2$ | $10^3$ | $10^6$ | $10^9$ | $10^{12}$ | $10^{15}$ | $10^{18}$ |

| Submultiplii | Denumirea                 | deci      | centi     | mili      | micro     | nano      | pico       | femto      | atto       |
|--------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
|              | Simbol                    | d         | c         | m         | $\mu$     | n         | p          | f          | a          |
|              | $10^{-n} \cdot \text{UM}$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-6}$ | $10^{-9}$ | $10^{-12}$ | $10^{-15}$ | $10^{-18}$ |



## 2. Constante universale:

| Denumirea                     | Simboul      | Valoarea                                 |
|-------------------------------|--------------|--|
| Sarcina electrică elementară  | $q_0$        | $1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$        |
| Permitivitatea vidului        | $\epsilon_0$ | $8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$     |
| Permeabilitatea vidului       | $\mu_0$      | $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$         |
| Constanta lui Boltzmann       | $k$          | $1,38054 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$     |
| Constanta lui Planck          | $h$          | $2\pi 1,0545 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ |
| Masa de repaus a electronului | $m_e$        | $9,1082 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$       |

3. Tabelul respectă prevederile STAS 737/4-84;9-83;11-84.

### 1.2.2. Transformări curente de unități de măsură de putere și energie

| CP ← kW |         |       | CP ← kW |         |       | CP ← kW |         |       |
|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
|         | CP → kW |       |         | CP → kW |       |         | CP → kW |       |
| 1,36    | 1,0     | 0,736 | 3,67    | 2,7     | 1,987 | 5,98    | 4,4     | 3,238 |
| 1,50    | 1,1     | 0,810 | 3,81    | 2,8     | 2,061 | 6,12    | 4,5     | 3,312 |
| 1,63    | 1,2     | 0,883 | 3,94    | 2,9     | 2,143 | 6,26    | 4,6     | 3,386 |
| 1,77    | 1,3     | 0,957 | 4,08    | 3,0     | 2,208 | 6,39    | 4,7     | 3,459 |
| 1,90    | 1,4     | 1,030 | 4,22    | 3,1     | 2,282 | 6,53    | 4,8     | 3,533 |
| 2,04    | 1,5     | 1,104 | 4,35    | 3,2     | 2,355 | 6,66    | 4,9     | 3,606 |
| 2,18    | 1,6     | 1,177 | 4,49    | 3,3     | 2,429 | 6,80    | 5,0     | 3,680 |
| 2,31    | 1,7     | 1,251 | 4,62    | 3,4     | 2,502 | 7,48    | 5,5     | 4,048 |
| 2,45    | 1,8     | 1,325 | 4,67    | 3,5     | 2,567 | 8,16    | 6,0     | 4,416 |
| 2,58    | 1,9     | 1,398 | 4,90    | 3,6     | 2,650 | 8,84    | 6,5     | 4,784 |
| 2,72    | 2,0     | 1,472 | 5,03    | 3,7     | 2,723 | 9,52    | 7,0     | 5,152 |
| 2,86    | 2,1     | 1,546 | 5,17    | 3,8     | 2,797 | 10,20   | 7,5     | 5,520 |
| 2,99    | 2,2     | 1,619 | 5,20    | 3,9     | 2,870 | 10,90   | 8,0     | 5,880 |
| 3,13    | 2,3     | 1,693 | 5,44    | 4,0     | 2,944 | 11,60   | 8,5     | 6,256 |
| 3,26    | 2,4     | 1,766 | 5,58    | 4,1     | 3,018 | 12,24   | 9,0     | 6,624 |
| 3,40    | 2,5     | 1,840 | 5,71    | 4,2     | 3,091 | 12,92   | 9,5     | 6,992 |
| 3,54    | 2,6     | 1,914 | 5,85    | 4,3     | 3,165 | 13,60   | 10,0    | 7,360 |

| Energia de transformat, UM | Coeficient de echivalență în energie: |                    |                      |                       |                       |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | electrică kWh                         | mecanică kgf · m   | căldură kcal         | abur normal kgf       | comb. conv. kg c.c.   |
| Electrică, kWh             | 1                                     | $367 \cdot 10^3$   | 860                  | 1,344                 | 0,123                 |
| Mecanică, kgf · m          | $2,72 \cdot 10^{-6}$                  | 1                  | $2,34 \cdot 10^{-3}$ | $3,656 \cdot 10^{-6}$ | $0,335 \cdot 10^{-6}$ |
| Căldură, kcal              | $1,16 \cdot 10^{-3}$                  | 427                | 1                    | $1,563 \cdot 10^{-3}$ | $0,143 \cdot 10^{-3}$ |
| Abur normal, kgf           | 0,744                                 | $203,1 \cdot 10^3$ | 640                  | 1                     | $91,5 \cdot 10^{-3}$  |
| Comb. c., kg c.c.          | 8,14                                  | $2,99 \cdot 10^6$  | $7 \cdot 10^3$       | 10,938                | 1                     |

Exemplu de utilizare. Echivalentul recuperării a 342 MWh energie electrică este:

$$3,42 \cdot 10^3 \cdot 0,123 = 42\,066 \text{ kg c.c. sau}$$

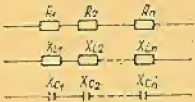
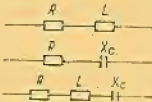
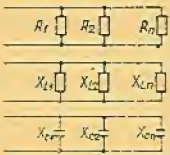
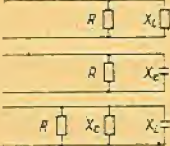
$$3,42 \cdot 10^3 \cdot 860 = 294,12 \text{ Gcal.}$$

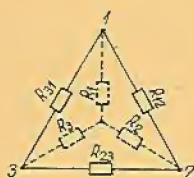
### 1.2.3. Relații de calcul ale mărimilor electrice folosite curent

| Mărimea  |  | Relația de calcul  |
|--|--|--|
| 1  |  | 2  |
| Relații între curent, tensiune, putere și rezistență sau impedanță |  |  |
| Intensitatea curentului  | c.c.<br>c.a.<br>monofazat<br>c.a. trifazat | $I = U/R = P/U$<br>$I = S/U = P/U \cos \varphi = U \cos \varphi / R;$<br>$I_a = I \cos \varphi; I_r = I \sin \varphi$<br>$I = S/\sqrt{3} U = P/\sqrt{3} U \cos \varphi;$<br>$I_a = I \cos \varphi; I_r = I \sin \varphi$ |
| Tensiunea  | c.c.<br>c.a.<br>monofazat<br>c.a. trifazat | $U = RI + P/I$<br>$U = S/I = P/I \cos \varphi = RI \cos \varphi$<br>$U = S/\sqrt{3} I = P/\sqrt{3} I \cos \varphi$   |
| Rezistența electrică   | c.c.<br>c.a.                               | $R = U/I = P/I^2 = U^2/P$<br>$R = U \cos \varphi / I$  |
| Reactanța  | c.a.                                       | $X = U \sin \varphi / I$   |
| Puterea electrică activă   | c.c.<br>c.a.<br>monofazat<br>c.a. trifazat | $P = UI = U^2/R = RI^2$<br>$P = UI \cos \varphi$<br>$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$   |
| Puterea reactivă   | c.a.<br>monofazat<br>c.a.<br>trifazat      | $Q = UI \sin \varphi = P \operatorname{tg} \varphi$<br>$Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi = P \operatorname{tg} \varphi$  |
| Puterea aparentă   | c.a.<br>monofazat<br>c.a.<br>trifazat      | $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = P/\cos \varphi =$<br>$= Q/\sin \varphi$<br>$S = \sqrt{3} UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = P/\cos \varphi =$<br>$= Q/\sin \varphi$  |

| 1  |      | 2  |
|--|------|--|
| Rezistențe, reactanțe și impedanțe electrice                   |      |  |
| Rezistențe (pentru $l$ ,<br>v. fig. de la $\Delta U$ )         |      | $R = \rho \frac{l}{s} = \frac{l}{\gamma s} \text{ unde:}$ $\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta \theta); \Delta \theta = \theta - 20$   |
| Reactanța inductivă  |      | $X_L = \omega L = 2\pi fL = 2\pi fL_0 l$ $(l - \text{v. fig. de la } \Delta U)$  |
| Inductanța specifică a<br>conductoarelor nemagnetice,<br>[H/m] |      | <p>La conductoare rotunde și la țevi:</p> $L_0 = \left( 4,6 \lg \frac{d_{med}}{r} + \frac{1}{2} \right) \cdot 10^{-7}$ <p>La conductoare dreptunghiulare:</p> $L_0 = 2 \left( \ln 2 \frac{\pi d + h}{\pi b + 2h} + 0,03 \right) \cdot 10^{-7}$ |
| Reactanța capacitivă   |      | $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi fC_0}$   |
| Capacitatea specifică [F/m]                                    |      | $C_0 = \frac{\epsilon}{82,8 \lg(d/r)} \cdot 10^{-7}$   |
| Impedanța electrică  |      | $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = R/\cos \varphi = U/I$  |
| Conductanța<br>electrică                                       | c.c. | $G = 1/R = I/U$  |
|  | c.a. | $G = R/Z^2 = I \cos \varphi / U = P/U^2 =$ $= Y \cos \varphi = \sqrt{Y^2 - B^2}$   |
| Susceptanța  |      | $B = X/Z^2 = I \sin \varphi / U = Q/U^2 =$ $= Y \sin \varphi = \sqrt{Y^2 - G^2}$   |
| Admitanța  |      | $Y = 1/Z = I/U = S/U^2 = \sqrt{G^2 + B^2}$   |

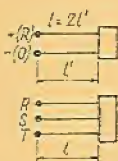


| 1   | 2   |
|---|---|
| <p>Legarea în serie numai a rezistențelor sau reactanțelor de aceeași natură</p>     | $R = R_1 + \dots + R_n$ $X_L = X_{L1} + \dots + X_{Ln}$ $\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X_{C1}} + \dots + \frac{1}{X_{Cn}}$   |
| <p>Legarea în serie a rezistențelor și reactanțelor</p>                              | $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ $Z = \sqrt{R^2 + 1/(\omega C)^2}$ $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$  |
| <p>Legarea în paralel numai a rezistențelor sau reactanțelor de aceeași natură</p>  | $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X_{L1}} + \dots + \frac{1}{X_{Ln}}$ $X_C = X_{C1} + \dots + X_{Cn}$             |
| <p>Legarea în paralel a rezistențelor și reactanțelor</p>                          | $Z = \frac{R\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ $Z = \frac{R}{\sqrt{1 + (R\omega C)^2}}$ $Z = \frac{R\omega L}{\sqrt{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 - (\omega L)^2}}$ |

| 1  | 2   |
|--|---|
| <p>Transfigurarea din triunghi în stea și invers</p>  | $R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}};$ $R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}};$ $R_3 = \frac{R_{23}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}};$ $R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_3};$ $R_{23} = \frac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_1};$ $R_{31} = \frac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_2};$ |

Relații între căderile de tensiune sau pierderile de putere și dimensiunile conductoarelor

Căderea de tensiune  $\Delta U$



c.c.  
c.a.  
monofazat

c.a.  
trifazat

%

$$\Delta U = r_0 l I = l I / \gamma s = l P / \gamma s U$$

$$\Delta U = l I (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi); \text{ pentru } U \leq 500 \text{ V};$$

$$\Delta U = l I r_0 \cos \varphi = l I \cos \varphi / \gamma s = l P / \gamma s U$$

$$\Delta U = \sqrt{3} l I (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi); \text{ pentru } U \leq 500 \text{ V};$$

$$\Delta U = \sqrt{3} l I r_0 \cos \varphi = \sqrt{3} l I \cos \varphi / \gamma s = l P / \gamma s U$$

$$\Delta U \% = 100 \Delta U / U$$

Pierderi de putere în conductoare (v. fig. de la  $\Delta U$ )

c.c.  
c.a.  
monofazat  
c.a.  
trifazat  
%

$$\Delta P = r_0 l I^2 = l I^2 / \gamma s = l P^2 / \gamma s U^2$$

$$\Delta P = r_0 l I^2 + l I^2 / \gamma s = l P^2 / \gamma s U^2 \cos^2 \varphi$$

$$\Delta P = 3 r_0 l I^2 = 3 l I^2 / \gamma s = l P^2 / \gamma s U \cos^2 \varphi$$

$$\Delta P \% = 100 \Delta P / P$$

Notă: Semnificația simbolurilor, v. § 1.2.1 cu precizările și completările:  $\rho$  și  $\gamma$  sînt exprimate în  $\text{mm}^2/\text{m}$ , respectiv  $\text{Sm}/\text{mm}^2$ ;  $s$  — secțiunea conductorului în  $\text{mm}^2$ ;  $\alpha$  — coeficientul termic al materialului conductorului, în  $1/\text{grd}$  (v. § 2.1.1);  $\rho_0$  — rezistivitatea la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .

în  $\text{mm}^2/\text{m}$  (v. § 2.1.1);  $\theta$ ,  $\Delta\theta$  — temperatura, respectiv supratemperatura conductorului în sarcină, în  $^{\circ}\text{C}$ ;  $d$  — distanța dintre barele extreme, în  $\text{cm}$ ;  $b$ ,  $h$  — lățimea totală (a pachetului), respectiv înălțimea barelor, în  $\text{cm}$ ;  $d_{med}$  — distanța medie geometrică între conductoare (în c.a. monofazat,  $d_{med} = d_{12}$ , iar în c.a. trifazat,  $d_{med} = \sqrt{d_{12}d_{23}d_{31}}$ );  $r$  — raza conductorului, în  $\text{cm}$ ;  $l$  — lungimea circuitului, în  $\text{m}$  (v. fig. de la  $\Delta U$ );  $r_0$ ,  $x_0$  — rezistența, respectiv reactanța specifică, în  $\Omega/\text{m}$ .

**Exemplul 1.1.** O LEA —  $3 \times 380 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$ , avînd  $l = 150 \text{ m}$ , conductoare Al —  $240 \text{ mm}^2$  pe consolă orizontală cu  $d_{12} = d_{23} = 40 \text{ cm}$ , transportă o putere de  $100 \text{ kW}$  la  $\cos\varphi = 0,9$  și  $\theta = 50^{\circ}\text{C}$ . Se cere determinarea mărimilor posibile cazului, specificate în § 1.2.3.

$$\rho_{50} = 0,0294 (1 + 0,004 \cdot 30) = 0,033 \Omega \text{ mm}^2/\text{m};$$

$$R_{50} = 0,033 \cdot 150/240 = 0,021 \Omega;$$

$$L_0 = 4,6 \lg (50,4/1) + 0,5 \cdot 10^{-7} = 8,366 \cdot 10^{-7} \text{ H/m};$$

$$X_L = 2\pi \cdot 50 \cdot 150 \cdot 8,277 \cdot 10^{-7} = 0,039 \Omega;$$

$$Z = \sqrt{0,021^2 + 0,039^2} = 0,043 \Omega; \quad G = 0,021/0,043^2 = 11,36 \text{ S};$$

$$B = 0,039/0,043^2 = 21,09 \text{ S}; \quad Y = 1/0,043 = 23,26 \text{ S};$$

$$S = 100 \cdot 10^3/0,9 = 111 \text{ kVA}; \quad Q = 100 \cdot 0,48 = 48 \text{ kvar};$$

$$I = \frac{100 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,9} = 169 \text{ A}; \quad \Delta U = 1,73 \cdot 169 (0,021 \cdot 0,9 + 0,039 \cdot 0,468) = 1,1 \text{ V};$$

$$I_a = 169 \cdot 0,9 = 152 \text{ A}; \quad \Delta U\% = 100 \cdot 1,1/380 = 0,29\%;$$

$$I_r = 169 \cdot 0,468 = 79 \text{ A}; \quad \Delta P = 3 \cdot 0,021 \cdot 169^2 \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ kW}.$$

**Exemplul 1.2.** Se dă circuitul din fig. 1.1, a căruia i se aplică la borne  $U = 220 \text{ V}$ . Se cere determinarea rezistenței echivalente și a curenților.

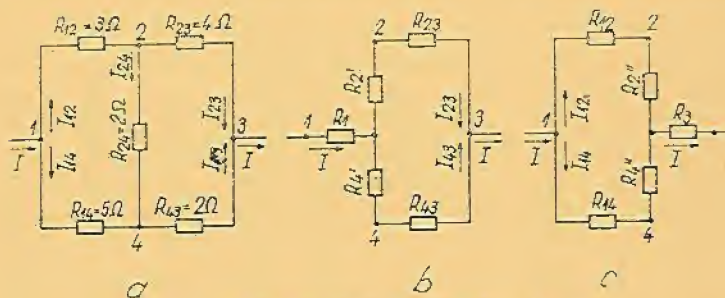


Fig. 1.1. Transfigurarea triunghiului în stea:

a — rețea dublu triunghi; b — transfigurarea triunghi-Stein 124; c — transfigurarea triunghi-Stein 234.



Calculul rezistențelor :

Din fig. 1.1, b:

$$R_1 = 3 \cdot 5 / (3 + 5 + 2) = 1,5 \, \Omega;$$

$$R_2'' = 3 \cdot 2 / (3 + 5 + 2) = 0,6 \, \Omega;$$

$$R_3'' = 5 \cdot 2 / (3 + 5 + 2) = 1,0 \, \Omega;$$

$$R = 1,5 + \frac{(0,6 + 4) (1 + 2)}{0,6 + 4 + 1 + 2} = 3,316 \, \Omega;$$

Din fig. 1.1, c:

$$R_3 = 4 \cdot 2 / (4 + 2 + 2) = 1,0 \, \Omega;$$

$$R_2'' = 4 \cdot 2 / (4 + 2 + 2) = 1,0 \, \Omega;$$

$$R_4'' = 2 \cdot 2 / (4 + 2 + 2) = 0,5 \, \Omega;$$

$$R = 1 + \frac{(3 + 1) (5 + 0,5)}{3 + 1 + 5 + 0,5} = 3,316 \, \Omega;$$

Calculul curenților;

Din fig. 1.1, b și 1.1, c:

$$I = 220 / 3,316 = 66,3 \, \text{A};$$

$$I_{12} = 66,3 (3,316 - 1) / (1 + 3) = 38,38 \, \text{A};$$

$$I_{23} = 66,3 (3,316 - 1,5) / (0,6 + 4) = 26,17 \, \text{A};$$

$$I_{43} = 66,3 (3,316 - 1,5) / (1 + 2) = 40,13 \, \text{A};$$

$$I_{14} = 66,3 (3,316 - 1) / (0,5 + 5) = 27,92 \, \text{A};$$

Din fig. 1.1, a:

$$I_{24} = 38,38 - 26,17 = -(27,92 - 40,13) = 12,21 \, \text{A}.$$

#### 1.2.4. Corespondența între cosinusul și tangenta aceluiași unghi

| cos φ | tg φ | cos φ | tg φ | cos φ | tg φ | cos φ | tg φ | cos φ | tg φ |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 0,40  | 2,29 | 0,52  | 1,64 | 0,64  | 1,20 | 0,76  | 0,86 | 0,88  | 0,54 |
| 0,41  | 2,23 | 0,53  | 1,60 | 0,65  | 1,17 | 0,77  | 0,83 | 0,89  | 0,51 |
| 0,42  | 2,16 | 0,54  | 1,56 | 0,66  | 1,14 | 0,78  | 0,80 | 0,90  | 0,48 |
| 0,43  | 2,09 | 0,55  | 1,52 | 0,67  | 1,11 | 0,79  | 0,78 | 0,91  | 0,46 |
| 0,44  | 2,04 | 0,56  | 1,48 | 0,68  | 1,08 | 0,80  | 0,75 | 0,92  | 0,43 |
| 0,45  | 1,98 | 0,57  | 1,44 | 0,69  | 1,05 | 0,81  | 0,72 | 0,93  | 0,39 |
| 0,46  | 1,93 | 0,58  | 1,41 | 0,70  | 1,02 | 0,82  | 0,69 | 0,94  | 0,36 |
| 0,47  | 1,88 | 0,59  | 1,37 | 0,71  | 0,99 | 0,83  | 0,67 | 0,95  | 0,33 |
| 0,48  | 1,85 | 0,60  | 1,33 | 0,72  | 0,96 | 0,84  | 0,65 | 0,96  | 0,29 |
| 0,49  | 1,78 | 0,61  | 1,30 | 0,73  | 0,94 | 0,85  | 0,62 | 0,97  | 0,25 |
| 0,50  | 1,73 | 0,62  | 1,27 | 0,74  | 0,91 | 0,86  | 0,59 | 0,98  | 0,20 |
| 0,51  | 1,69 | 0,63  | 1,23 | 0,75  | 0,88 | 0,87  | 0,57 | 0,99  | 0,14 |

1.2.5. Valoarea curenților pentru 1 kW la tensiunile standardizate sub 1 kV

| c.c. | U, V |  | 6     | 12   | 24   | 48   | 110 | 120  | 220  | 440  |
|------|------|--|-------|------|------|------|-----|------|------|------|
|      | I, A |  | 166,7 | 83,3 | 41,7 | 20,8 | 9,1 | 8,33 | 4,55 | 2,27 |

| Curent alternativ monofazat | U, V                   |       | 6     | 12    | 24   | 42   | 48   | 110  | 127  | 220  |
|-----------------------------|------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                             | I, în A, pentru cos φ: | 1,00  | 166,7 | 83,3  | 41,7 | 23,8 | 20,8 | 9,1  | 7,9  | 4,55 |
|                             |                        | 0,95  | 175,4 | 87,7  | 43,9 | 25,1 | 21,9 | 9,6  | 8,3  | 4,8  |
|                             |                        | 0,90  | 185,2 | 92,6  | 46,3 | 26,5 | 23,1 | 10,1 | 8,7  | 5,1  |
|                             |                        | 0,85  | 196,1 | 98,0  | 49,0 | 28,0 | 24,5 | 10,7 | 9,3  | 5,3  |
|                             |                        | 0,80  | 208,3 | 104,2 | 52,1 | 29,8 | 26,0 | 11,4 | 9,8  | 5,7  |
|                             |                        | 0,75  | 222,2 | 111,1 | 55,6 | 31,7 | 27,8 | 12,1 | 10,5 | 6,1  |
|                             |                        | 0,70  | 238,1 | 119,0 | 59,5 | 34,0 | 29,8 | 13,0 | 11,2 | 6,5  |
|                             |                        | 0,65  | 256,4 | 128,2 | 64,1 | 36,6 | 32,1 | 14,0 | 12,1 | 7,0  |
|                             |                        | 0,60  | 277,8 | 138,9 | 69,4 | 39,7 | 34,7 | 15,2 | 13,1 | 7,6  |
|                             |                        | 0,55  | 303,0 | 151,5 | 75,8 | 43,3 | 37,9 | 16,5 | 14,3 | 8,3  |
|                             |                        | 0,50  | 333,3 | 166,7 | 83,3 | 47,6 | 41,7 | 18,2 | 15,7 | 9,1  |
| 0,45                        | 370,4                  | 185,2 | 92,6  | 52,9  | 46,3 | 20,2 | 17,5 | 10,1 |      |      |
| 0,40                        | 416,7                  | 208,3 | 104,3 | 59,5  | 52,1 | 22,7 | 19,7 | 11,4 |      |      |

| Curent alternativ trifazat | U, V                   |      | 220  | 380  | 500  | U, V                   |      | 220  | 380  | 500  |
|----------------------------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
|                            | I, în A, pentru cos φ: | 1,00 | 2,63 | 1,52 | 1,16 | I, în A, pentru cos φ: | 0,65 | 4,04 | 2,34 | 1,78 |
|                            |                        | 0,95 | 2,77 | 1,60 | 1,22 |                        | 0,60 | 4,38 | 2,54 | 1,93 |
|                            |                        | 0,90 | 2,92 | 1,69 | 1,28 |                        | 0,55 | 4,78 | 2,77 | 2,10 |
|                            |                        | 0,85 | 3,09 | 1,79 | 1,36 |                        | 0,50 | 5,25 | 3,04 | 2,31 |
|                            |                        | 0,80 | 3,28 | 1,90 | 1,45 |                        | 0,45 | 5,84 | 3,38 | 2,57 |
|                            |                        | 0,75 | 3,50 | 2,03 | 1,54 |                        | 0,40 | 6,57 | 3,80 | 2,89 |
|                            |                        | 0,70 | 3,75 | 2,17 | 1,68 |                        | 0,35 | 7,51 | 4,35 | 3,30 |

Exemplu de utilizare: Curentul pentru 1357 kW la tensiunea alternativă trifazată de 380 V și  $\cos \varphi = 0,95$  este:

$$I = 1357 \cdot 1,6 = 2172 \text{ A.}$$

### 1.3. Categoriile de medii în care se pot amplasa instalațiile electrice

#### 1.3.1. Categoriile de medii în funcție de pericolul de incendiu (P. 118-83)

**Categoria A:** locurile cu substanțe care pot să se aprindă sau să explodeze în contact cu aerul, apa sau alte substanțe, cu lichide cu  $T_{iv} < 28^{\circ}\text{C}$  și cu gaze sau vapori cu  $L_{tex} < 10\%$  — când sînt în cantități favorabile amestecului exploziv și nu sînt utilizate ca combustibil.

**Categoria B:** locurile cu lichide cu  $T_{iv} = 28 \dots 100^{\circ}\text{C}$ , gaze sau vapori cu  $L_{tex} > 10\%$ , suspensii de fibre, praf sau pulberi, când sînt în cantități favorabile amestecului exploziv și nu sînt utilizate ca combustibil.

**Categoria C:** locurile cu materiale combustibile solide sau cu lichide cu  $T_{iv} > 100^{\circ}\text{C}$ , dacă: 1) nu-s utilizate pentru comenzi hidraulice, răcire, ungere și tratamente termice în cantități de peste  $2\text{ m}^3$  sau pentru ardere; 2) materialele combustibile din spațiul respectiv, inclusiv cele din utilaje sau pentru ambalajul și depozitarea materialelor combustibile (palete sau rafturi combustibile) depășesc  $15\,000\text{ kcal/m}^2$  ( $63\text{ MJ/m}^2$ ); 3) cantitatea de ulei a echipamentului electric depășește  $60\text{ kg/unitate}$ , iar materialul combustibil al fluxurilor de cabluri depășește  $2,5\text{ kg/m flux}$ .

**Categoria D:** Locurile cu substanțe incombustibile în stare fierbinte, topită sau incandescentă, cu degajare de căldură radiantă, flăcări sau scînteii sau cu substanțe solide lichide sau gazoase ce ard ca combustibil.

**Categoria E:** locurile cu substanțe sau materiale incombustibile în stare rece sau combustibile în stare de umiditate înaintată, deci fără posibilități de aprindere.

#### 1.3.2. Categoriile de încăperi în funcție de numărul de persoane pe care îl pot adăposti

**Săli aglomerate:** încăperile distincte sau cu comunicație directă între ele, cu mai puțin de  $4\text{ m}^2/\text{persoană}$  și unde pot fi simultan: 1) oricîte persoane, în sălile de teatru dramatic



sau muzical: 2) minimum 150 persoane, în alte săli de spectacol și în săli de întruniri, expoziții, cluburi și case de odihnă, aflate la etaj; 3) minimum 200 persoane pentru cazul 2), dar la parter, precum și în săli cu alte destinații, cu excepția vestiarelor din anexele social-administrative ale întreprinderilor unde se admit minimum, 400 persoane.

**Încăperi cu aglomerări de persoane:** alte încăperi decât cele anterior arătate, în care se pot afla simultan minimum 50 persoane, fiecareia revenindu-i maximum 4 m<sup>2</sup> de pardoseală.

### 1.3.3. Categoriile de medii normale (I7)

**U<sub>0</sub> — încăperi uscate:** umiditatea relativă sub 75% (camere de locuit, birouri, magazine, săli de clasă, teatre, cinematografe, ateliere mecanice sau de tâmplărie etc.).

**U<sub>1</sub> — încăperi umede cu intermitență** (ceață și condensatii pe pereți de scurtă durată): umiditatea relativă peste 75% perioade scurte (bucătării și WC-uri în locuințe, călcătorii și uscătorii de bloc, pivnițe aerisite, șoproane etc.).

**U<sub>2</sub> — încăperi umede** (ceață și condensatii frecvente pe pereți, fără igrasie): umiditate relativă obișnuit 75 ... 97% (băile și spălătoriile din locuințe, WC-urile din clădirile civile și industriale, bucătăriile din cantine și restaurante etc.).

**U<sub>3</sub> — încăperi ude** (ceață și condensatii permanente pe pereți, cu igrasie): umiditatea relativă obișnuit peste 97% (băi și dușuri sociale, spălătorii industriale, WC-uri publice, camere frigorifice, spălătorii de vehicule etc.).

**K — încăperi cu agenți corozivi:** cu degajări sau infiltrații continui sau periodice, cu acțiune distructivă asupra metalelor (ateliere de acoperiri metalice, stații de încărcare acumulate etc.).

**T — spații cu temperaturi ridicate:** peste +40°C în permanență zonele cuptoarelor și de turnare din turnătorii etc.)

**PI — spații cu praf inflamabil:** cu degajări sau infiltrații în cantități periculoase prin depunere pe echipamentul electric (fabrici de ciment, depozite de nisip etc.).

**PC** — spații cu praf, scame sau fibre combustibile în suspensie în cantități insuficiente formării amestecurilor de aprindere sau explozie (unele ateliere de tâmplărie, depozite de cărbune etc.).

**M** — spații cu pericol de loviri mecanice, care pot degrada echipamentele electrice (zone de comunicații și manipulări de materiale, suprafețe verticale sub înălțimea de 2 m etc.).

**CE** — încăperi cu pericol de electrocutare, având elemente de construcție (pereți, pardoseli etc.) și dotări conducătoare de electricitate.

**EE** — încăperi destinate exclusiv echipamentelor electrice și accesibile numai personalului autorizat (stații electrice, camere de comandă etc.).

**I** — spații expuse intemperiilor (soare, ger, ploaie, zăpadă, gheață etc.) în general neprotejate prin clădiri.

**L** — zonă de litoral, lată de 3 km în lungul țărmului maritim.

*Notă.* Simbolurile **M**, **I** nu-s normate, ci introduse de autor, mediile respective fiind lipsite de simbol.

#### 1.3.4. *Categoriile de medii cu pericol de explozie (I.D.17)*

**E Io** — locurile unde amestecurile explozive de gaze sau vapori inflamabili există permanent, în condiții normale de funcționare.

**E I** — locurile unde amestecurile explozive de gaze sau vapori inflamabili există: 1) intermitent sau periodic, în condiții normale de funcționare; 2) frecvent, datorită nectanșeităților sau operațiilor de întreținere și reparații; 3) ocazional, la avarii sau funcționări anormale ale instalațiilor tehnologice.

**E Ia** — locurile unde: 1) gazele sau lichidele inflamabile sînt păstrate, manipulate sau depozitate în vase sau instalații închise, din care pot scăpa accidental (la avarii sau funcționări anormale); 2) concentrațiile periculoase sînt evitate obișnuit prin ventilație mecanică; 3) pot pătrunde concentrații periculoase din încăperile vecine de categoria EI.

**E Ib** — locurile unde: 1) gazele sau vaporii inflamabili au  $L_{\text{icx}} > 15\%$  și miros puternic la concentrația limită



admisă; 2) lucrul se face sub nișe sau hote de absorbție; 3) cantitățile de gaze și vaporii nu pot forma concentrații periculoase.

**E II** — locurile unde: 1) praful combustibil este în suspensie permanent, intermitent sau periodic în funcționare normală și-n cantități favorabile aprinderii și exploziei; 2) oprirea sau funcționarea anormală a instalațiilor ar duce la formarea concentrațiilor periculoase, posibil să fie aprinse de deranjamente concomitente la instalația electrică; 3) pot apărea prafuri bune conducătoare de electricitate.

**E IIa** — locurile unde praful combustibil nu este în mod normal în suspensie dar se poate depozita pe echipamente, îngreunând cedarea căldurii în exterior sau putându-se aprinde de la arcurile electrice sau scînteile produse.

**E III** — locurile unde se manipulează, fabrică sau folosesc în procesul de fabricație fibre sau materiale care produc scame ușor combustibile în suspensie, dar în cantități nepericuloase.

**E IIIa** — locurile în care se manipulează și depozitează fibre ușor combustibile.

### 1.3.5. *Categoriile de medii în funcție de pericolul de electrocutare (STAS 8275)*

**Foarte periculoase:** umiditatea relativă peste 97%, temperatura aerului peste 35°C, suprafața din zona de manipulare ocupată de obiecte conductoare legate electric la pământ peste 60%, medii corozive.

**Periculoase:** primele trei condiții de sus cu valorile: 75 ... 97%, 30 ... 35°C, sub 60%; în plus cu: pardoseli conductoare (beton, pământ etc.), pulberi conductoare (grafit, pilituri metalice etc.), fluide care micșorează rezistența electrică a corpului omenesc.

**Puțin periculoase:** umiditatea relativă maximum 75%, temperatura aerului 15 ... 35°C, pardoseli izolante.

Notă. Pentru primele două categorii, condiția de clasificare este îndeplinirea singulară sau cumulată a criteriilor menționate.



1.3.6. Categoriile de zone exterioare funcție de gradul de poluare (PE 109/81)

| Caracteristicile zonei<br>(definirea categoriilor A,<br>B, C se dă în nota finală)                    |               | Distanța, în km, față de sursa de poluare,<br>pentru gradul de poluare |                                |     |     |
|---|---------------|--|--------------------------------|-----|-----|
|   |               | I  | II                             | III | IV  |
| 1   |               | 2  | 3                              | 4   | 5   |
| 1. Zone forestiere, montane, agricole nefertilizate chimic, sate și orașe fără surse poluante         |               | Nu se normea-ză  | —                              | —   | —   |
| 2. Zone agricole fertiliza-te chimic  |               | —  | Nenor-mat                      | —   | —   |
| 3. Zone mlăștinoase, lângă cursuri de apă sau cu ceață frecventă                                      |               | —  | 0—1                            | —   | —   |
| 4. Triae și traversări c.f. cu tracțiune cu abur, zone cu trafic rutier intens, orașe mari            |               | —  | Perime-trul zo-nei res-pective | —   | —   |
| 5. Instalații chimice:  | categoria A   | ≥ 10   | 7—10                           | 5—7 | 0—5 |
|   | categoria B   | ≥ 7  | 5—7                            | 0—5 | —   |
|   | categoria C   | ≥ 3  | 0—3                            | —   | —   |
| 6. Industria metalur-gică, construcții mașini, prelucrare metale, mate-riale construcții, cate-goria: | A             | ≥ 7  | 5—7                            | 3—5 | 0—3 |
|   | B             | ≥ 5  | 3—5                            | 0—3 | —   |
|   | C             | ≥ 3  | 0—3                            | —   | —   |
| 7. Prelucrarea lemnu-lui, alimentelor, produ-selor animale, textile, categoria:                       | A             | ≥ 5  | 3—5                            | 0—3 | —   |
|   | B             | ≥ 3  | 0—3                            | —   | —   |
| 8. Extragerea minereu-rilor, categoria:   | A             | ≥ 7  | 5—7                            | 3—5 | 0—3 |
|   | B             | ≥ 5  | 3—5                            | 0—3 | —   |
|   | C             | ≥ 3  | 0—3                            | —   | —   |
| 9. Instalații sanitare și de salubritate, ferme zootehnice  |               | ≥ 3  | 0—3                            | —   | —   |
| 10. Centrale termoelectrice   | Comb. solid   | ≥ 4  | 2—4                            | 0—2 | —   |
|   | Păcură        | ≥ 3  | 1—3                            | 0—1 | —   |
| ≥ 150 tcc/h   | Gaze naturale | ≥ 1  | 0—1                            | —   | —   |

| 1  |               | 2    | 3     | 4     | 5    |
|--|---------------|------|-------|-------|------|
| 11. Centrale termoelectrice<br>≤ 150 tcc/h   | Comb. solid   | ▷ 5  | 3-5   | 0-3   | —    |
|  | Păcură        | ▷ 3  | 2-4   | 0-2   | —    |
|  | Gaze naturale | ▷ 1  | 0-1   | —     | —    |
| 12. Zone litoral față de paralela 44°30' la: | sud           | ▷ 18 | 15-18 | 10-15 | 0-10 |
|  | nord          | ▷ 10 | 7-10  | 5-7   | 0-5  |
| 13. Terenuri saline cu concentrație:         | ≤ 3%          | —    | Zona  | —     | —    |
|  | > 3%          | —    | —     | Zona  | —    |

Notă. 1. Clasificarea industriilor după acțiunea noxelor asupra izolației externe a instalațiilor electrice:

— **Industria chimică:** A — întreprinderi de amoniac, acid azotic, îngrășăminte azotoase, acid sulfuric, bioxid de sulf, acid clorhidric și produse clorurate, acid fluorhidric și sărurile lui, sulfuri și hidrogen sulfurat, produse sodice, îngrășăminte chimice complexe (superfosfați), celuloză și hirtie, fibre artificiale, săruri minerale, carbid, negru de fum; B — întreprinderi de prelucrarea petrolului, coloranți organici și produse intermediare, coloranți minerali, medicamente sintetice, monomeri pentru mase plastice, cauciuc sintetic; C — solvenți și reactivi organici, distilare lemn, rășini sintetice, prelucrarea mecanică a materialelor plastice, lacuri și vopsele, laminate din hirtie sau țesături îmbibate cu rășini, produse galenice, tanini;

— **Industria metalurgică, construcției de mașini și prelucrarea metalelor:** A — întreprinderi de preparare cocs, topire fontă, topire metale neferoase direct din minereuri și din concentrate; B — producerea aluminiului și metalelor neferoase, topirea oțelului prin metode Martin, în convertizoare sau în cuptoare electrice, turnarea fontei, măcinarea zgurei, înobilarea metalelor; C — întreprinderi pentru prelucrarea mecanică a metalelor, acumulatori, cabluri, aparate și mașini electrice;

— **Industria materialelor de construcții:** A — fabrici de ciment, var, magnezită, dolomit; B — fabrici de prelucrare zgură; C — fabrici de prefabricate din beton, cărămidă, sticlă, piese faianță și porțelan, carton asfaltat;

— **Industria extractivă:** A — extragerea sării brute și cărbunelui, brichetare cărbune; B — extragerea minereurilor din subteran și înobilarea lor; C — extragerea țițeiului;

— **Industria prelucrării lemnului:** B — fabrici de cherestea, placaje, prefabricate din lemn; C — instalații de obținerea cărbunelui din lemn și conservarea lemnului;

— **Industria textilă:** A — ateliere de îmbibare chimică a țesăturilor cu hidrogen sulfurat, de decolorare a fibrelor; B — ateliere de îmbibare a țesăturilor cu lacuri și uleiuri izolante, filaturi de bumbac;

— **Industriile nenominalizate mai sus se încadrează prin asimilare.**

2. Distanțele se măsoară de la locul emanației noxei (coș de fum, secție industrială, depozit cărbune etc.).

3. Zonele de litoral despărțite de mare prin perdele protectoare sau relief favorabil reținerii picăturilor de apă de mare se pot considera protejate contra efectelor poluării.

4. La stabilirea gradului de poluare se va ține seama că: sursa cea mai nocivă este determinantă, măsurările în teren au prioritate în caracterizarea zonei, condițiile atmosferice defavorabile (ceată frecventă și persistentă, umiditate intensă și staționară) sau vânturi dominante cer adaptarea izolației corespunzător gradului de poluare imediat superior.

5. ICEMENERG, la comandă, poate defini prin măsurători sau comparare cu întreprinderi similare, gradul de poluare al zonei care interesează.

## 1.4. Protecția mecanică a echipamentelor electrice

### 1.4.1. Grade normale de protecție

| Protecția contra atingerii părților interioare sub tensiune și contra pătrunderii corpurilor străine conform STAS 5325-79, 625-71, 5860-81) |   |         | Protecția contra pătrunderii apei |  |  |  |                                  |                                  |  |   |   |
|---|---|---------|-----------------------------------|--|--|--|----------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
|   |   |         | Fără protecție                    | Protejat contra picăturilor de apă căzute vertical | Protejat contra picăturilor de apă căzute sub un unghi de maxim 15° de verticală | Protejat contra apei ce cade ca ploaia | Protejat contra stropirii cu apă | Protejat contra jeturilor de apă | Protejat contra condițiilor de pe nave | Protejat contra imersării temporare sub apă | Protejat contra imersării îndelungate sub apă |
|   |   |         | 0                                 | 1  | 2  | 3                                      | 4                                | 5                                | 6                                      | 7   | 8   |
| 0   | Fără protecție  |         | ●                                 |  |  |  |                                  |                                  |  |   |   |
| 1   | Protejat la pătrunderea corpurilor străine solide mai mari de | 50 mm   | O                                 | X  | A  |  |                                  |                                  |  |   |   |
| 2   |   | 12 mm   | O                                 | ●  | ●  | ●                                      |                                  |                                  |  |   |   |
| 3   |   | 2,5 mm  | O                                 | O  | O  | ●                                      | A                                |                                  |  |   |   |
| 4   |   | 1 mm    | A                                 | O  | A  | O                                      | ●                                |                                  |  |   | M   |
| 5   |   | parțial | A                                 |  |  |  | ●                                | ●                                | M                                      |   |   |
| 6   |   | total   | A                                 |  |  |  |                                  | O                                | O                                      |   | A   |
| Condiții suplimentare care se pot cere, simbol  |   |         | W                                 | Protejat contra unor condiții atmosferice          |  |  |                                  |                                  |  |   |   |
|   |   |         | S                                 | Probat la pătrunderea apei cu motor oprit          |  |  |                                  |                                  |  |   |   |
|   |   |         | M                                 | Idem, cu motorul în mers                           |  |  |                                  |                                  |  |   |   |



Notă. 1. S-au notat: *M* — mașini electrice (excepție ultimul); *A* — aparate electrice; *X* — mașini și aparate electrice; *O* — aparate și transformatoare electrice; ● — mașini, aparate și transformatoare electrice.

2. Mod de simbolizare: IP urmat de: *W* (dacă este necesar), prima cifră 0 ... 6 (protecția contra atingerii sau pătrunderii corpurilor străine), a doua cifră 0 ... 8 (protecția contra pătrunderii apei), *M* sau *S* (dacă este necesar). Exemple:

— IP30 — protejat contra pătrunderii corpurilor străine solide mai mari de 2,5 mm și neprotejat contra pătrunderii apei;

— IPW54 — protejat contra intemperiei, parțial contra pătrunderii prafului și contra stropirii cu apă;

— IP45M — protejat contra pătrunderii corpurilor străine mai mari de 1 mm și contra jeturilor de apă, cu probe cu motorul în mers.

#### 1.4.2. Protecția antiexplozivă

| Tipuri de protecție  | Grupele de protecție (v. nota 2) |          |         | Agenți explozivi uzuali pe clase temperatură (v. nota 3)                                       |   |            |            |            |           |
|----------------------|----------------------------------|----------|---------|--|---|------------|------------|------------|-----------|
|                      | Denumirea — destinația           | Simbolul | w<br>mm | T1<br>450°   | T2<br>300°  | T3<br>200° | T4<br>135° | T5<br>100° | T6<br>85° |
|                      | I. Antigrižu-<br>toasă — mine    | Ex..I    | 0,5     | T1   | —   | —          | —          | —          | —         |
|                      | II. Antiex-<br>plozivă — alte    | Ex..IIA  | 0,5     | T1   | T2  | T3         | T4         | —          | —         |
|                      | sectoare                         | Ex..IIB  | 0,3     | T1   | T2  | —          | T4         | —          | —         |
|                      | Ex..IIC                          | 0,2      | T1      | T2   | —   | —          | T5         | —          |           |
| Moduri de protecție  | Denumirea                        |          |         | Sim-<br>bolul  | Destinația  |            |            |            |           |
|                      | Capsulare antideflagrantă        |          |         | d  | Pentru părțile din echipa-<br>mentul electric unde se<br>produc arcuri și scintei<br>electrice sau încălziri pe-<br>riculoase în funcționare<br>normală |            |            |            |           |
|                      | Capsulare presurizată            |          |         | p  |   |            |            |            |           |
|                      | Înglobare în nisip               |          |         | q  |   |            |            |            |           |
|                      | Imersie în ulei                  |          |         | o  |   |            |            |            |           |
|                      | Protecție specială               |          |         | s  |   |            |            |            |           |
| Siguranță mărită     |                                  |          | e       | Idem, fără arcuri și scintei.<br>La circuite de slabă putere<br>ce nu aprind mediul din<br>jur |   |            |            |            |           |
| Siguranță intrinsecă |                                  |          | i       |  |   |            |            |            |           |

Notă. 1. Tabelul respectă prevederile STAS 6877/1 ... 11 și ID.17-1973.

2. S-a notat *w* — interstițiul maxim admis constructiv la modul de protecție *d* pentru *L* = 25 mm.

3. Încadrarea informativă a unor gaze și vapori cu pericol de explozie pe grupe de explozie și clase de temperatură:

— grupa I: T1 — metan;

— grupa IIA: T1 — acetonă, amoniac, acetat de etil, acetat de metil, acid acetic, acid cianhidric, alcool metilic, clor benzen, clorură de metil, clorură de vinil, etan, gaz natural, metan industrial, naftalină, oxid de carbon, propan, propilenă, toluen, p-xilen; T2 — acetat de amil, acetat de butil, acetat de propil, acetat de vinil, alcool butilic (butanol), alcool etilic, benzină grea, ciclohexanină, etilbenzen, izooctan, motorină, izopentan; T3 — benzină, gazolină, ciclohexan, n-decan, n-heptan, n-hexan, hidrogen sulfurat, n-nonan, octan, pentan, țiței; T4 — aldehydă acetică, eter etilic;

— grupa IIB: T1 — gaz aerian, etilenă; T2 — butadienă, oxid de etilenă, oxid de propilenă; T4 — dioxan;

— grupa IIC: T1 — hidrogen, gaz de apă; T2 — acetilenă; T5 — sulfură de carbon.

4. Echivalența dintre vechile și noile simboluri:

|                |       |         |    |       |             |    |     |
|----------------|-------|---------|----|-------|-------------|----|-----|
| STAS 6877-68   | A     | Ex      | a  | v, vp | t           | n  | u   |
| STAS 6877/1-73 | Ex..I | Ex...II | d  | p     | i           | q  | o   |
| STAS 6877-68   | s     | x       | A  | I     | II          |    | III |
| STAS 6877/1-73 | e     | s       | I  | IIA   | IIA sau IIB |    | IIB |
| STAS 6877-68   | IV    | G1      | G2 | G3    | G4          | G5 | —   |
| STAS 6877/1-73 | IIC   | T1      | T2 | T3    | T4          | T5 | T6  |

5. Exemple de simbolizare: Ex.d.I — protecție antigrizutoasă prin capsulare antideflagrantă; Ex.e.IIA.T3 — protecție antiexplozivă sub grupa IIA prin siguranță mărită cu limita de temperatură admisă de 200°C.

### 1.4.3. Protecția climatică

| Tipul protecției | Caracteristicile zonei macroclimatice            |                          |                       |                       |                            |               |              |
|------------------|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------|--------------|
|                  | $t_{ma}, ^\circ\text{C}$                         | $t_{Ma}, ^\circ\text{C}$ | $t_m, ^\circ\text{C}$ | $t_M, ^\circ\text{C}$ | $t_{meda}, ^\circ\text{C}$ | $\varphi, \%$ | Alte aspecte |
| N                | -33  | +40                      | -50                   | +45                   | 0...15                     | rar > 80      | —            |
| F                | -60  | +40                      | -65                   | +45                   | -10... 1                   | rar > 80      | v. nota 3    |
| TH               | + 1  | +45                      | -10                   | +50                   | 20...27                    | $\geq 80$     | v. nota 3    |
| TA               | -10  | +50                      | -20                   | +55                   | 22...27                    | —             | v. nota 3    |
| T                | Climat tropical-umed (TH) și tropical-uscat (TA) |                          |                       |                       |                            |               |              |
| U                | Toate zonele macroclimatice de uscat             |                          |                       |                       |                            |               |              |
| M                | -30  | +40                      | -40                   | +45                   | —                          | —             | v. nota 3    |
| MT               | + 1  | +45                      | —                     | —                     | —                          | v. nota 2     | v. nota 3    |
| MU               | Climat marin tropical-rece (M) și tropical (MT)  |                          |                       |                       |                            |               |              |
| W                | Toate zonele macroclimatice de uscat și marine   |                          |                       |                       |                            |               |              |

|  |   |  |
|--|---|--|
| Categoria de exploatare<br>(v. nota 4) | 1 | În aer liber                                   |
|  | 2 | În spații practic numai acoperite (tip șopron) |
|  | 3 | În încăperi închise dar neclimatizate          |
|  | 4 | În încăperi închise climatizate                |



Nota. 1. Semnificația simbolurilor: protecție pentru exploatare pe uscat (inclusiv riuri, lacuri) în zone macroclimatice cu climat: N — temperat, F — rece, TH — tropical-umed, TA — tropical-uscă; T — tropical umed și uscat, U — toate zonele (protecție generală); protecție pentru exploatare în zone macroclimatice cu climat marin: M — temperat-rece; MT — tropical, MU — temperat-rece și tropical; W — protecție universală (pentru toate zonele macroclimatice de uscat și marine)

2. Zonele muntoase pot diferi ca încadrare față de zonele din jur.

3. Alte aspecte climatice pentru zonele: F — prezența chiciurii, gheții, vântului cu pulberi fine de zăpadă; TH —  $\varphi$  se dă pentru cel puțin 12 h din 24 h timp de 2 ... 12 luni/an, prezența ploilor torențiale, acțiunea factorilor biologici, radiațiile solare, condensarea umezelii, uneori acțiunea prafului; TA — radiația solară intensă, variații mari ale temperaturii în 24 h, conținut ridicat de praf și nisip în aer; M — umiditate și conținut de săruri în aer ridicate; MT — umiditate mai mică ca în TA, conținut ridicat de sare în aer.

4. Pentru produsele complexe, categoria de exploatare se referă la ansamblu și nu la componente interioare.

5. Exemplu de simbolizare: TH2 — Protecție climatică pentru zonă cu macroclimat tropical-umed cu exploatare în spații exterioare acoperite.

6. Se respectă prevederile STAS 6535-83, 6692-83.

#### 1.4.4. Producția instalațiilor electrice în zone poluate

Pe cât posibil instalațiile exterioare se amplasează în zonele nepoluate (grad I și II — v. § 1.3.6). Când nu-i posibil, justificat tehnico-economic, se admite amplasarea în zone de gradul III sau IV de poluare, dacă:

— Există echipamente cu lungimea minimă a liniei de fugă specifice  $L_f$  conform condițiilor din tabelul următor:

| Specificarea instalației montate în exterior                 | $L_f$ , cm/V pentru $U \leq 110$ kV și poluare: |          |          |           |
|--|---|----------|----------|-----------|
|  | grad I  | grad, II | grad III | grad IV   |
| Linii electrice aeriene                                      | 1,5   | 2,0      | 2,7      | 3,6       |
| Echipamente electrice  | 1,7   | 2,0      | 2,4      | 2,4       |
| Lanțuri de izolatoare de susținerea conductoarelor flexibile | 2,0   | 2,3      | 2,8      | 2,8...3,6 |

— Se iau măsuri suplimentare de combatere a efectelor poluării prin acoperire cu unsori protectoare și spălare a depunerilor poluante; când acestea sînt solubile în apă sau neaderente se prevăd instalații fixe sau mobile de spălare sub tensiune;



— Se dă posibilitatea scoaterii parțiale de sub tensiune a instalațiilor în vederea curățirii, fără afectarea consumatorilor, prin asigurarea accesului ușor (construcții joase și semiînalte);

— Se adoptă instalații asupra cărora poluarea are efecte minime cum ar fi: scheme de comutație simple (preferabil bloc) cu transformatoare de curent înglobate și cu renunțarea pe IT la transformatoarele de măsură, preferarea îmbinării conductoarelor prin sudură și nu prin cleme, evitarea montării în stații vertical, în V, în Y sau X a izolatoarelor de suspensie;

— În zonele corozive construcțiile metalice vor fi acoperite corespunzător asigurării durabilității cerute;

— LEA vor fi pe stâlpi metalici sau de beton; când se adoptă nevoit stâlpi de lemn, se iau măsuri contra aprinderii prin trăsnet, prevăzându-se coborâri metalice stabile termic;

— Când experiența exploatării instalațiilor similare existente în zonă dovedește necesitatea și altor măsuri, acestea se vor adopta.

În cazul în care nu se pot asigura aceste condiții, se adoptă instalații electrice interioare.

## 1.5. Utilizarea echipamentelor electrice funcție de mediu

| Specificație <sup>1</sup> | În interior      |               |       |       |        |        |         |                |                     |                |                |        |    |    |    |                | În exterior |    |   |
|---------------------------|------------------|---------------|-------|-------|--------|--------|---------|----------------|---------------------|----------------|----------------|--------|----|----|----|----------------|-------------|----|---|
|                           | Categoriile A, B |               |       |       |        |        |         |                | Categoriile C, D, E |                |                |        |    |    |    |                |             |    |   |
|                           | E, I             | E, Ia         | E, Ib | E, II | E, IIa | E, III | E, IIIa | U <sub>0</sub> | U <sub>1</sub>      | U <sub>2</sub> | U <sub>3</sub> | PL, PC | K  | T  | EE | U <sub>g</sub> | I           | S  |   |
| 1                         | 2                | 3             | 4     | 5     | 6      | 7      | 8       | 9              | 10                  | 11             | 12             | 13     | 14 | 15 | 16 | 17             | 18          | 19 |   |
| Conductoare neizolate     | —                | —             | —     | —     | —      | —      | ○       | ○              | ○                   | ○              | —              | —      | —  | —  | ○  | ○              | —           | ○  | ○ |
| Conductoare izolate       | Neprotejate      | —             | —     | —     | —      | —      | —       | —              | —                   | —              | —              | —      | —  | ○  | —  | —              | —           | ○  | ○ |
|                           | Protejate în:    | IP, IPF, IPFR | —     | —     | —      | —      | —       | —              | —                   | —              | —              | —      | —  | —  | —  | —              | —           | —  | — |
|                           |                  | PEL           | —     | —     | —      | ○      | —       | —              | —                   | —              | —              | —      | —  | —  | —  | —              | —           | —  | — |
|                           |                  | T             | —     | ○     | —      | ○      | —       | —              | —                   | —              | —              | —      | —  | —  | —  | —              | —           | —  | — |
|                           |                  | IPY, IPFY     | —     | —     | —      | —      | —       | —              | —                   | —              | —              | —      | —  | —  | —  | —              | —           | —  | — |
| IPEY                      | —                | —             | —     | —     | —      | —      | —       | ○              | ○                   | —              | —              | —      | —  | —  | —  | —              | —           | —  |   |
| Cu manta (punte)          | —                | —             | —     | —     | —      | —      | —       | ○              | ○                   | —              | —              | —      | —  | —  | ○  | —              | —           | —  |   |

| 1                                     |                   | 2       | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  |
|---------------------------------------|-------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cabluri electrice                     | Nearmate          | ... YY  | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | Armate            | ... YAY | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Bare neizolate                        | Neprotejate IP 00 |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | Protejate         | IP 30   | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Aparate electrice, protecție:         | IP 00             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | IP 30             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Corpuri de iluminat, protecție        | IP 33             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | IP 44             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Mașini electrice rotative, protecție: | IP 54             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | Ex. d             |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | Ex. e, s          |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
|                                       | Specială          |         | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

| 1   |                                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Transformatoare<br>condensatoare,<br>protecție: | IP 00                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ○  | -  | -  | -  |
|   | IP 20                              | - | - | - | - | - | - | - | ○ | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | IP 21                              | - | - | - | - | - | - | - | - | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | IP 23                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | ○  | ○  | -  |
|   | IP 44                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | IP 54                              | - | - | ○ | - | ○ | ○ | ○ | - | -  | -  | ○  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | Ex. (v. <sup>2</sup> )<br>Specială | ○ | ○ | - | ○ | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | ○  | ○  | -  | -  | -  | ○  |
| Unelte<br>portative,<br>protecție               | IP 00                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ○  | -  | -  | -  |
|   | IP 30                              | - | - | - | - | - | - | - | ○ | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | IP 33                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | ○  | -  | -  |
|   | IP 44                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | IP 54                              | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | ○  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   |                                    | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

Notă: 1. Semnificația simbolurilor utilizate în tabel:

— În capul tabelului, v. tabelul 1.2; excepție face S — spațiu exterior special (corosiv, cu praf, zonă litoral etc.);

— Pentru cabluri: — YY — cabluri nearmate cu izolație și manta de PVC; — YP, — HP — idem, cu izolație de PVC, respectiv hirtie și manta de Pb; — YPY — idem, cu izolație de PVC și manta de Pb cu înveliș exterior din PVC; — YAY — cabluri armate cu izolație și înveliș exterior de PVC; — YPAY — idem, cu izolație de PVC, manta de Pb și înveliș exterior de PVC; — HPB, — HPBI — idem, cu izolație de hirtie și manta de Pb, fără, respectiv cu înveliș exterior combustibil;

— Pentru protecția echipamentelor, v. tabelele 1.4.1 și 1.4.3.

2. În privința condițiilor de utilizare:

— În încăperile de categoriile A, B, C conductoarele și barele neizolate neprotejate se pot utiliza numai ca linii de contact pentru alimenterii prin culegători de curent (este însă preferabilă utilizarea cablurilor trenate);

— Conductoarele izolate neprotejate, tuburile PVC și cablurile cu manta de PVC montate aparent în încăperi de categoria C se admit numai dacă o avarie în aceste instalații nu poate provoca un incendiu;

— Temperatura mediului trebuie să fie cuprinsă în limitele  $-25 \dots +40^{\circ}\text{C}$  pentru tuburile PVC și  $-30 \dots +40^{\circ}\text{C}$  pentru cablurile cu izolație și manta de PVC;

— Materialul conductoarelor neprotejate și învelișul exterior al conductoarelor izolate, tuburilor de protecție, cablurilor și carcaselor trebuie să fie rezistente la acțiunea corozivă a mediului de amplasare, iar în exte-



rior, și la intemperii; stabilitatea materialelor la acțiunea principalilor agenți chimici este indicată, spre orientare, în tabelul următor:

| Specificație | HCl<br>5%/50% | HNO <sub>3</sub><br>5%/50% | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>5%/50% | CH <sub>3</sub> COOH<br>5%/50% | HF | Cl | M(OH) | NH <sub>3</sub> |
|--------------|---------------|----------------------------|--|--------------------------------|----|----|-------|-----------------|
| Cupru        | P/N           | N/N                        | M/N                                      | S/M                            | N  | N  | S     | N               |
| Aluminiiu    | N/N           | N/M                        | N/N                                      | P/N                            | N  | N  | N     | P               |
| Oțel         | N/N           | N/N                        | N/N                                      | N/N                            | N  | N  | M     | M               |
| Plumb        | P/N           | N/N                        | M/P                                      | P/P                            | N  | M  | P     | S               |
| Staniu       | S/M           | M/P                        | S/M                                      | M/M                            | N  | M  | M     | S               |
| Alamă        | P/N           | P/N                        | S/N                                      | P/N                            | N  | P  | S     | N               |
| Porțelan     | S/M           | S/M                        | S/S                                      | S/M                            | S  | S  | P     | S               |
| Cauciuc      | S/M           | M/P                        | P/N                                      | S/M                            | M  | S  | S     | M               |
| PVC dur      | S/S           | S/S                        | S/S                                      | S/S                            | M  | S  | S     | S               |
| PVC plastic  | S/S           | S/M                        | S/M                                      | S/M                            | S  | P  | M     | S               |

unde: HCl — acid clorhidric, HNO<sub>3</sub> — acid azotic, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — acid sulfuric, CH<sub>3</sub>COOH — acid acetic, HF — acid fluorhidric, Cl — clor, M(OH) — bază M, NH<sub>3</sub> — amoniac, N — nestabil, P — puțin stabil, M — mijlociu stabil, S — suficient de stabil;

— Tuburile și cablurile cu înveliș de PVC nu pot fi montate îngropat în elemente de construcție combustibile; se pot monta însă aparent pe aceste elemente, dacă se interpune un strat de material incombustibil;

— Transformatoarele și condensatoarele pentru medii cu pericol de explozie se montează obișnuit în încăperi separate, bine ventilate; când este absolut necesar se pot monta și în mediul cu pericol de explozie, numai dacă sînt fără lichide combustibile de răcire și dacă sînt în protecție antiexplozivă corespunzătoare (v. § 1.4.2);

3. Tabelul respectă prevederile normativelor I7-78, I.D.17-1973, P 118/83 și indicațiile întreprinderilor producătoare de echipamente.

## 1.6. Personalul autorizat să proiecteze, execute, exploateze și întreține instalațiile electrice

### 1.6.1. Electricianul autorizat

Proiectarea, execuția și verificarea instalațiilor electrice de alimentare și utilizare nu pot fi îndeplinite decît de personal calificat (ingineri, maiștri, tehnicieni sau muncitori calificați), care a obținut autorizarea Ministerului Energiei Electrice în urma unui examen de verificare a cunoștințelor teoretice și practice necesare.

Autorizația este de cinci grade, diferențiate după studiile, practica și cunoștințele electricianului precum și după complexitatea și importanța lucrărilor pe care acesta urmează să le execute; competențe:

| Gradul autorizației          | 1     | 2      | 3          | 4          | 5      |
|------------------------------|-------|--------|------------|------------|--------|
| $P_{i,max}, kW; U_{max}, kV$ | 10; 1 | 100; 1 | oricît; 35 | oricît; 60 | oricît |

Examenul pentru obținerea calității de electrician autorizat se ține periodic în întreprinderile furnizoare de energie electrică. Candidații trebuie să prezinte o cerere de înscriere la care se anexează chitanța de plată a taxei de examen și actele doveditoare a calificării profesionale și a funcției.

Exercitarea dreptului de electrician autorizat se face numai în cadrul organizației economice în care acesta este angajat și pentru lucrările din competența organizației respective limitate la gradul autorizației. Nu se admit lucrări pe cont propriu.

Pentru lucrările de instalații electrice, beneficiarul, prin electricianul autorizat executant, trebuie să înainteze furnizorului de energie electrică:

— Înainte de execuție, dosarul preliminar cu cererea-tip de avizare a proiectului și a începerii lucrării și cu planul și schema instalației care urmează să se execute;

— După execuție, dosarul definitiv cu: cererea de branșament, declarația electricianului autorizat asupra execuției lucrării, planul și schema definitive ale instalației executate, eventuale alte date cerute de furnizor.

#### 1.6.2. *Personalul de exploatare, întreținere și execuție al instalațiilor electrice*

Atribuții:

— personalul de exploatare: servirea operativă și/sau întreținerea curentă a instalațiilor electrice;

— personalul de întreținere: execuția lucrărilor de revizie, reparații și remedieri ale eventualelor avarii, pentru menținerea instalațiilor în starea corespunzătoare;



— personalul de execuție: execuția lucrărilor de investiții și reparații ale instalațiilor electrice în cadrul unei unități de construcții-montaj specializate.

Condiții de desfășurarea activității cerute personalului:

— să fie sănătos fizic și psihic, fără infirmități care l-ar stânjeni în activitatea profesională;

— să posede cunoștințe tehnice și de protecție a muncii corespunzătoare funcției pe care o îndeplinește.

Pentru încadrarea personalului într-o activitate în care va lucra independent:

— inițial i se va face un instructaj privind cunoașterea regulilor generale de exploatare tehnică a instalațiilor electrice, a normelor de protecția muncii și a instalațiilor pe care le va executa, exploata sau repara;

— după verificarea însușirii acestor cunoștințe, va face ca dublură un stagiul de 12 zile la locul de muncă sub îndrumarea unui electrician experimentat, maestru sau inginer, putând executa lucrări numai cu permisiunea și sub supravegherea acestuia;

— la expirarea stagiului, va fi verificat de o comisie numită de conducerea întreprinderii pentru admiterea definitivă (în caz negativ, se admite încă o verificare după 15 zile).

Semestrial pentru muncitori, anual pentru maiștri și ingineri și ori de câte ori este necesar, se vor verifica cunoștințele, de către comisii numite de conducerea întreprinderii, relativ la:

— cunoștințele profesionale și obligațiile ce reies din actele normative în vigoare legate de activitatea profesională desfășurată;

— cunoașterea normelor de protecția muncii, a pericolelor de accidentări și a acordării primului ajutor;

— cunoașterea normelor de pază contra incendiilor, a posibilităților de incendiu și a utilizării mijloacelor de alarmare și stingerea a incendiilor în instalațiile respective.

Personalul fără drept de exploatare a instalațiilor electrice se admite în încăperile cu instalații sub 1 000 V, însă numai cu permisiunea energeticului-șef, locțiitorului lui sau șefului secției și numai sub stricta supraveghere a unui electrician calificat cel puțin în grupa III NPM.



## 1.7. Semne și notații convenționale folosite în schemele și planurile de instalații electrice

### 1.7.1. Semne convenționale

| Semnul convențional | Semnificația semnului convențional |
|---------------------|------------------------------------|
| 1                   | 2                                  |

#### Semne convenționale generale

sau a b c  
 2N—220V ~ 50Hz  
 d e  
 3N~50Hz380V  
 f

Natura curentului: *a* — continuu; *b* — alternativ; *c* — pulsatoriu sau redresat.

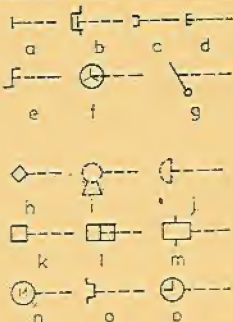
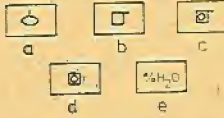
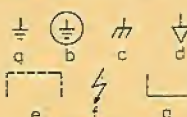
Exemple: *d* — c.c., 2 conductoare active și neutru, 220 (110 V între extreme și neutru); *e* — c.a., 50 Hz; *f* — c.a. trifazat cu neutru, 50 Hz, 380 V (220 V între fază și neutru).

a b

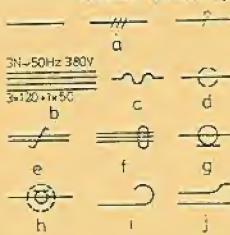

Sensul mișcării: *a* — translație; *b* — rotație (ultimul, cu limitare de cursă).

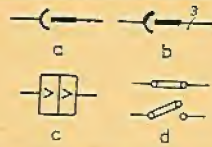
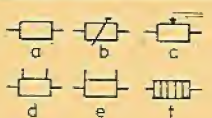
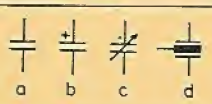
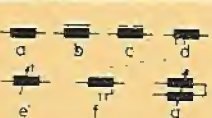
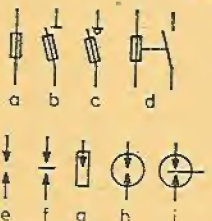
a b c d e f g h i j k l m n o p

Comandă mecanică: *a* — legătură mecanică; *b* — revenire automată; *c* — idem, neautomată; *d* — dispozitiv de blocare pozițională blocat; *e* — idem, deblocat; *f* — dispozitiv de zăvorire într-un sens; *g* — idem, blocat; *h* — idem, eliberat; *i* — idem, în 2 sensuri blocat; *j* — idem, în 2 sensuri eliberat; *k* — idem, în 2 sensuri cu blocare, stînga fiind blocată; *l* — cuplaj mecanic decuplat; *m* — idem, cuplat; *n* — frînă; *o* — motor cu frînă strînsă; *p* — idem, liberă.

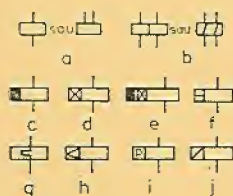
| 1   | 2  |
|---|--|
|  | <p>Comandă mecanică manuală: <i>a</i> – semn general; <i>b</i> – cu restricție la acces; <i>c</i> – prin tragere; <i>d</i> – prin împingere; <i>e</i> – prin rotire; <i>f</i> – prin volan; <i>g</i> – prin levier; <i>h</i> – prin magnetă amovibilă; <i>i</i> – prin cheie; <i>j</i> – prin buton de securitate.</p> <p>Comandă: <i>k</i> – prin resort; <i>l</i> – hidraulică sau pneumatică; <i>m</i> – electromagnetică; <i>n</i> – prin motor electric; <i>o</i> – prin efect termic; <i>p</i> – prin ceas electric.</p> |
|  | <p>Comandă prin mărimi neelectrice: <i>a</i> – nivelul unui fluid; <i>b</i> – debit de fluid; <i>c</i> – debit de gaz; <i>d</i> – număr de evenimente; <i>e</i> – efect higrometric.</p>   |
|  | <p>Diverse: <i>a</i> – legare la pământ, semn general; <i>b</i> – idem, de protecție; <i>c</i> – legare la masă; <i>d</i> – echipotențialitate; <i>e</i> – ecran (conturul se adaptează la situație); <i>f</i> – defect; <i>g</i> – magnet permanent.</p>  |

### Semne convenționale pentru elemente de circuit

|   |   |
|---|---|
|   | <p>Conductor, grup de conductoare, linie, circuit: <i>a</i> – reprezentare monofilară; <i>b</i> – reprezentare multifilară (circuit de c.a. trifazat, 50 Hz, 3 conductoare 120 mm<sup>2</sup> și unul de 50 mm<sup>2</sup>); <i>c</i> – conductor flexibil; <i>d</i> – conductor ecranat; <i>e</i> – conductor răsucit; <i>f</i> – conductoare în manta comună (cablu); <i>g</i> – conductor coaxial; <i>h</i> – idem, ecranat; <i>i</i> – cablu neracordat la o extremitate; <i>j</i> – idem, și izolat.</p> |
|  | <p>Borne și conexiuni: <i>a</i> – conexiune de conductor; <i>b</i> – bornă; <i>c</i> – derivație simplă; <i>d</i> – derivație dublă; <i>e</i> – cleme de șir (regletă de borne).</p>  |

| 1  | 2   |
|--|---|
|   | <p>Dispozitiv de conectare: <i>a</i> — priză și fișă monopolară; <i>b</i> — idem, tri-polară; <i>c</i> — ansamblu de conectoare cuplate (partea fixă și partea mobilă); <i>d</i> — dispozitiv de conectare (închis, deschis)</p>  |
|   | <p>Rezistoare: <i>a</i> — semn general; <i>b</i> — cu rezistență variabilă; <i>c</i> — cu contact mobil; <i>d</i> — cu două prize fixe; <i>e</i> — șunt; <i>f</i> — element de încălzire.</p>   |
|   | <p>Condensator: <i>a</i> — semn general; <i>b</i> — polarizat; <i>c</i> — variabil; <i>d</i> — variabil, cu două armături mobile.</p>   |
|   | <p>Inductanță: <i>a</i> — semn general; <i>b</i> — cu miez magnetic; <i>c</i> — idem, și întrerupător; <i>d</i> — cu prize fixe; <i>e</i> — cu miez magnetic variabil continuu; <i>f</i> — variabilă în trepte cu contact mobil; <i>g</i> — variometru.</p>   |
| <p align="center"><b>Dispozitive de protecție</b></p>                              |   |
|  | <p><i>a</i> — Siguranță fuzibilă; <i>b</i> — siguranță fuzibilă-întreruptor-separator; <i>c</i> — siguranță fuzibilă cu circuit de semnalizare separat; <i>d</i> — eclator dublu; <i>e</i> — eclator; <i>f</i> — tub cu gaz limitator de tensiune; <i>g</i> — paratrâsnet; <i>h</i> — tub cu gaz limitator de tensiune; <i>i</i> — tub cu gaz limitator simetric.</p> |

### Relee electrice

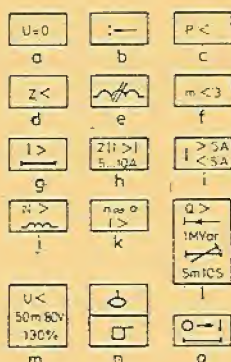


Elemente de comandă: *a* — bobină cu o înfășurare; *b* — idem, cu două înfășurări; *c* — bobină de relee cu temporizare la revenire; *d* — idem, la acționare; *e* — idem, la revenire și acționare; *f* — bobină de relee cu acționare și revenire rapidă; *g* — pentru relee termic; *h* — pentru relee cu reținere mecanică; *i* — pentru relee polarizat; *j* — pentru relee cu remanență.

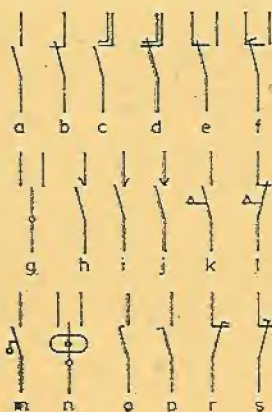


1

2



Releu de măsură: *a* — de tensiune nulă; *b* — de curent invers; *c* — de putere activă minimă; *d* — de impedanță minimă; *e* — de sesizarea întreruperilor în înfășurări; *f* — idem, defazajului în sistem trifazat; *g* — de curent maxim temporizat; *h* — de curent maxim pentru 2 elemente de măsură cu reglaj de 5 ÷ 10 A; *i* — de curent maxim și minim cu reglaj peste 5 A și sub 3 A; *j* — de sesizare a scurtcircuitelor între spire; *k* — idem, a blocării rotorului prin măsurarea curentului; *l* — de putere reactivă maximă cu transport de energie spre bare, reglaj 1 Mvar și cu temporizare reglabilă 1 ÷ 10 s; *m* — de tensiune minimă, reglaj 50 ÷ ÷ 80 V și  $k_{rev} = 130\%$ ; *n* — Buchholz; *o* — dispozitiv de reanclanșare automată.

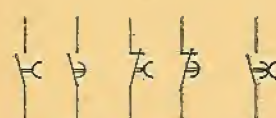



Contact: *a* — normal deschis; *b* — normal-închis; *c* — dublu deschis; *d* — dublu închis.

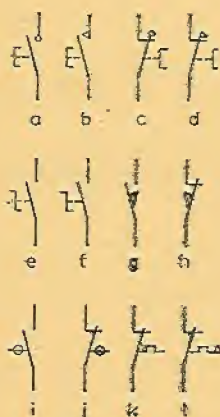
Contact cu 2 poziții (comutator): *e* — cu și *f* — fără întreruperea circuitului de comutare; *g* — cu poziție de mijloc.

Contact pasager care se închide: *h* — la acționare; *i* — la revenire; *j* — atât la acționare cât și la revenire.

Contact de zăvorîre: *k* — n.d.; *l* — n.i. Întreruptor: *m* — inertial; *n* — cu mercur cu trei borne. Contact față de celelalte cu închidere: *o* — rapidă; *p* — întârziată; cu deschidere: *r* — rapidă; *s* — întârziată.

| 1  | 2  |
|--|--|
| <br>a      b      c      d      e | <p>Contact: <i>a</i> — n.d. cu temporizare la închidere; <i>b</i> — idem, la deschidere; <i>c</i> — n.i. cu temporizare la deschidere; <i>d</i> — idem, la deschidere; <i>e</i> — n.d. temporizat la închidere și deschidere; <i>f</i> — ansamblu de contacte cu 1 n.d. și 1 n.i. temporizate la deschidere.</p> |
| <br>f      g      h      i      j |  |

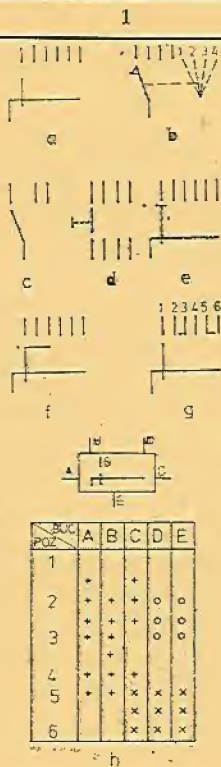
## Aparate auxiliare de comandă



Buton acționat prin: *a* — împingere cu reținere; *b* — împingere cu revenire; *c* — tragere cu reținere; *d* — tragere cu revenire; *e* — rotire cu reținere; *f* — rotire cu revenire.

Limitator de cursă: *g* — cu contact normal-dechis; *h* — cu contact normal-închis.

Întreruptor: *i* — care funcționează sub efectul temperaturii cu 1 c.n.d.; *j* — idem, cu 1 c. n.i.; *k* — acționat prin efect termic (bimetal) cu 1 c.n.i.; *l* — idem, cu zăvorire.



Comutatoare multipolare: *a* — cu *n* poziții (exemplu 6); *b* — cu 4 poziții cu diagramă de poziție (când e necesar se indică prin text pe diagramă: funcția fiecărei poziții, modul și sensul de acționare etc.); *c* — cu 4 poziții fără contact pe poziția 2; *d* — cu 4 circuite independente comandate manual; *e* — cu 6 poziții cu scurtcircuitarea contactelor în timpul trecerii de la o poziție la alta; *f* — idem, cu scurtcircuitarea a 3 contacte pe fiecare poziție; *g* — cu 6 poziții (închiderea la contact 3 se face în avans, iar la contact 4 în urma celorlalte la un sens de rotirea cheii și invers la celălalt sens).

Comutatoare complexe: *h* — exemplu pentru comutator cu 6 poziții și 5 borne (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*) însoțit de tabloul de conexiuni.

### Aparate mecanice de conectare



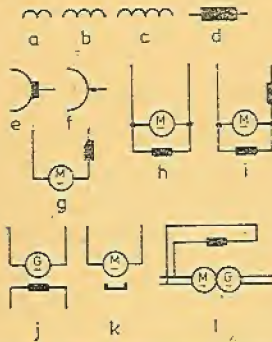
*a* — Contactor; *b* — contactor asociat cu un relee de protecție; *c* — rup-tor; *d* — disjunctor (întreruptor); *e* — separator; *f* — separator cu 2 poziții și cu poziție de izolare (sepa-rare) mediană; *g* — întreruptor-sepa-rator; *h* — întreruptor-separator cu deschidere automată.



1

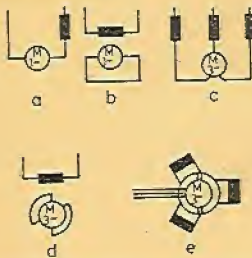
2

## Mașini electrice rotative

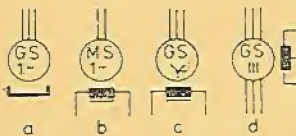


Elemente de mașini electrice: înfășurare *a* — de comutație; *b* — serie; *c* — derivație; *d* — semn general (se preferă mai departe); perie de colector: *e* — lamelar; *f* — inelar (se simbolizează numai dacă e necesară evidențierea).

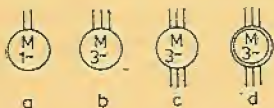
Mașini de c.c.: motor cu excitație *g* — serie; *h* — derivație; *i* — mixtă; *j* — generator cu excitație independentă; *k* — motor cu excitație cu magnet permanent; *l* — convertizor rotativ de c.c. cu excitație comună.



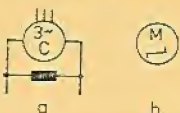
Mașini de c.a. cu colector: *a* — monofazat cu excitație serie; *b* — monofazat cu repulsie; *c* — trifazat serie; *d* — monofazat cu repulsie, cu 2 sisteme de perii (tip Deri); *e* — trifazat cu caracteristică derivație, alimentat prin rotor, cu 2 rinduri de perii (tip Schrage).



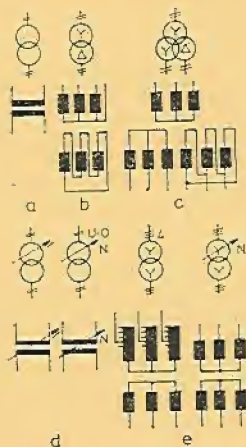
Mașini sincrone: *a* — generator trifazat cu excitație cu magneți permanenți; *b* — motor monofazat; *c* — generator trifazat conexiune stea cu neutrul scos; *d* — generator trifazat cu 6 borne.



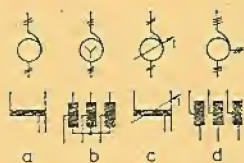
Mașini asincrone: *a* — motor monofazat cu rotor în scurtcircuit, cu fază auxiliară și borne de ieșire; *b* — motor trifazat cu rotor în scurtcircuit; *c* — idem, cu 6 borne de ieșire pe stator; *d* — idem, cu rotor bobinat.

| 1   | 2   |
|---|---|
|  <p>a</p> <p>b</p> | <p>Diverse: <i>a</i> — comutatrice trifazată cu excitație derivație; <i>b</i> — motor pas cu pas.</p> |

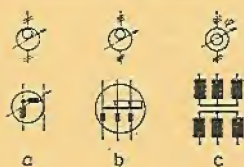
## Transformatoare, bobine de reactanță și de stingere






Transformator (reprezentare simplificată și detaliată): *a* — monofazat; *b* — trifazat cu 2 înfășurări (conexiune YD); *c* — idem, cu 3 înfășurări (conexiune YYD); cu tensiune reglabilă: *d* — monofazat (cu comutator cu prize cu reglaj continuu, respectiv cu prize și comutator manevrabil fără tensiune); *e* — trifazat (cu comutator cu 4 prize, respectiv cu comutator cu prize manevrabil sub sarcină).



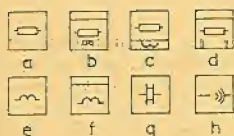
Autotransformator (reprezentare simplificată și detaliată): *a* — monofazat; *b* — trifazat, conexiune în stea; cu tensiune reglabilă: *c* — monofazat, cu reglaj continuu; *d* — trifazat cu 9 borne de ieșire.



Regulatoare (reprezentare simplificată și detaliată): de inducție — *a* — monofazate; *b* — trifazate; *c* — de fază trifazat.

| 1  | 2   |
|--|---|
| <br>a | <br>b                        |
| <br>c | Bobină de reactanță: <i>a</i> — normală;<br><i>b</i> — jumelată; <i>c</i> — bobină de stingere<br>(Petersen). |

## Aparate și cuptoare electrotermice



Aparate de încălzire: cu rezistență: *a* — semn general, *b* — cu încărcătură solidă încălzită direct, *c* — sau lichidă încălzită indirect, *d* — cu încălzire directă în toată masa încărcăturii; cu inducție — *e* — semn general, *f* — pentru încălzire directă, *g* — aparat capacitiv, *h* — aparat cu ultrasunete.



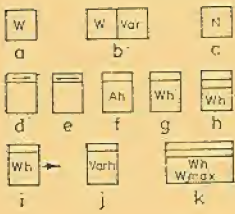
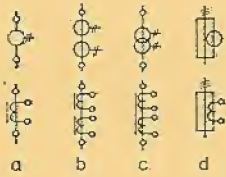
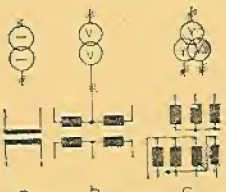
Cuptoare electrice: cu rezistență: *a* — semn general, *b* — cu încărcătură solidă în mediu lichid și încălzire în toată masa materialului, *c* — cu încărcătură solidă în mediu gazos și încălzire indirectă la suprafața materialului; cu electrozi: *d* — semn general, *e* — cu încălzire directă și încărcătură solidă; cu arc electric: *f* — cu încălzire indirectă, *g* — cu încălzire directă și încărcătură solidă; cu inducție: *h* — cu încălzire directă la suprafața încărcăturii, *i* — cu încălzire indirectă, *j* — capacitiv, *k* — cu radiații infraroșii; *l* — electronic.

## Aparate electrice de măsurat

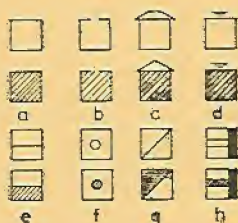


Aparate indicatoare: voltmetru, ampermetru, wattmetru, varmetru, cosfimetru, fazmetru, frecvențimetru, indicator de sens curent, sincroscop, lambmetru, osciloscop, galvanometru, salinometru, termometru sau piro-metru, tahometru.

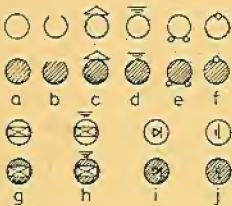
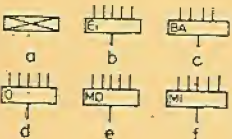


| 1  | 2  |
|--|--|
|   | <p>Aparate înregistratoare: <i>a</i> – wattmetru, <i>b</i> – wattmetru și varmetru (combinat), <i>c</i> – oscilograf; contoare: <i>d</i> – măsoară energia într-un sens, <i>e</i> – idem, în ambele sensuri, <i>f</i> – amperorămetru, <i>g</i> – de energie activă, <i>h</i> – idem, cu dublu tarif, <i>i</i> – de energie activă care comandă un dispozitiv repetitor, <i>j</i> – de energie reactivă, <i>k</i> – de energie activă cu dublu tarif și cu indicator de maximum.</p> |
|   | <p>Transformator de curent (reprezentare simplificată și detaliată): <i>a</i> – cu o înfășurare; <i>b</i> – cu două înfășurări pe miezuri separate; <i>c</i> – idem, pe miez comun; <i>d</i> – de secvență homopolară.</p>   |
|  | <p>Transformator de tensiune: <i>a</i> – monofazat, sau bifazat; <i>b</i> – două monofazate conectate în V; <i>c</i> – trifazat cu conexiuni stea-stea-triunghi deschis.</p>   |

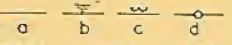
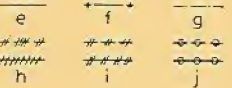

## Centrale, stații și tablouri de distribuție electrice



Centrale electrice (existent/proiectat): *a* – semn general; *b* – exterioare; *c* – interioare; *d* – subterane; *e* – CTE – termoelectrică; *f* – CEN – cu energie nucleară; *g* – CHE – hidroelectrică; *h* – GET – electrică de termoficare.

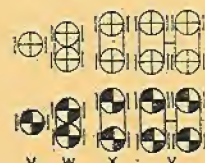
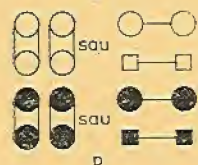
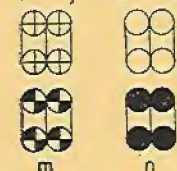
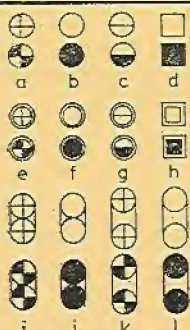
| 1   | 2   |
|---|---|
|  <p>a b c d e f</p> <p>g h i j</p> | <p>Stații și posturi de transformare (existent/proiectat): a – semn general; b – exterioare; c – interioare; d – subterane; e – mobile; f – pe stîlp.</p> <p>Punct de alimentare (existent/proiectat): g – suprateran; h – subteran.</p> <p>Stații diverse (existent/proiectat): i – de redresare; j – de acumulație.</p> |
|  <p>a b c</p> <p>d e f</p>         | <p>a – Firidă de bransament.</p> <p>Tablouri de distribuție: b – pe placă electroizolantă; c – tip bloc de apartament; d – capsulat; e – metalic deschis; f – metalic închis.</p>   |

### Linii electrice

|   |  |
|---|--|
|  <p>a b c d</p>             | <p>Linie electrică: a – semn general; b – subterană; c – sub apă; d – aeriană.</p>   |
|  <p>e f g</p> <p>h i j</p> | <p>Cablu subteran de energie (existent/proiectat): e – 1÷10 kV; f – 15÷÷35 kV; g – peste 35 kV; cablu subteran; h – de semnalizare și protecție; i – telefonic și j – de iluminat, pentru exploatarea rețelei electrice.</p> |
|  <p>a b c</p> <p>d e f</p> | <p>Accesorii pentru cabluri: a – cutie terminală; b – manșon de joncțiune; c – manșon pentru o derivație; d – idem, 2 direcții; e – cutie de distribuție; f – nișă.</p>  |

1

2



Stilp de susținere (existent/proiectat): a — de lemn; b — de beton; c — din țeavă metalică; d — din profile laminate.

Stilp simplu de întindere, de colț, terminal (existent/proiectat): e — de lemn; f — din beton; g — din țeavă metalică; h — din profile laminate.

Stilp dublu: (existent/proiectat): i — din lemn; j — din beton. Stilp A: simplu — k — din lemn; l — de beton; dublu: m — de lemn; n — de beton.



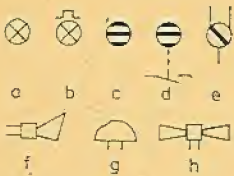
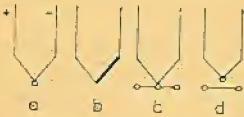
Stilp portal din stilpi A sau simplu o — de lemn; p — de beton

Stilp ancorat: r — de lemn; s — de beton.

Stilp proptit: t — de lemn; de beton.

Stilp de lemn cu adaos de beton: v — simplu; w — dublu; x — A; y — portal.

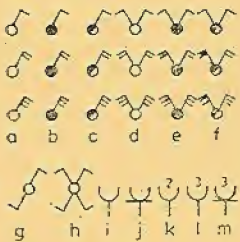
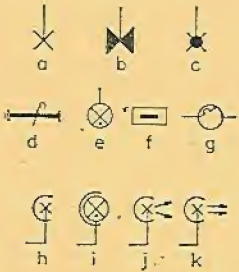
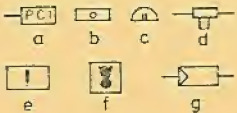
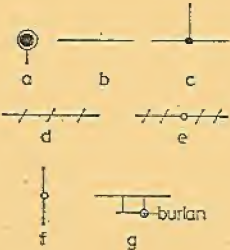


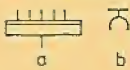
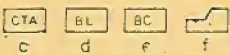

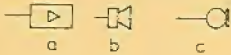


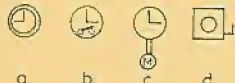
| 1   | 2   |
|---|---|
|  | <p>Bransament aerian prin : <i>a</i> — suport pe clădire; <i>b</i> — consolă cu izolatoare montată pe zid.</p>  |
|  | <p>Diverse<br/> <i>a</i> — Funcție de redresare; <i>b</i> — element de acumulator; <i>c</i> — baterie de acumulator.</p>  |
|  | <p>Aparate de semnalizare: <i>a</i> — lampă de semnalizare (semn general); <i>b</i> — idem, cu pîlpire; <i>c</i> — indicator; <i>d</i> — indicator cu circuit de semnalizare separat; <i>e</i> — indicator electromecanic cu o poziție fără curent și 2 poziții semnificative; <i>f</i> — claxon (hupă); <i>g</i> — sonerie; <i>h</i> — sirenă.</p> |
|  | <p>Termocupluri: <i>a</i> — cu indicarea semnelor de polaritate; <i>b</i> — idem, îngroșat polul negativ; <i>c</i> — cu element încălzitor neizolat; <i>d</i> — cu element încălzitor izolat.</p>   |

### Semne convenționale pentru planuri de instalații electrice



Indicarea trecerii circuitelor prin planșee: *a* — urcă la nivelul superior; *b* — urcă de la nivelul inferior; *c* — coboară de la nivelul superior; *d* — coboară la nivelul inferior; *e* — trece la nivelul superior din cel inferior; *f* — trece la nivelul inferior din cel superior.

| 1   | 2  |
|---|--|
|    | <p>Înterruptor mono, bi și tripolar în execuție: <i>a</i> – normală; <i>b</i> – etanșă; <i>c</i> – antiexplozivă. Comutator mono, bi și tripolar în execuție: <i>d</i> – normală; <i>e</i> – etanșă; <i>f</i> – antiexplozivă; <i>g</i> – comutator de capăt; <i>h</i> – idem, cruce. Priză: <i>i</i> – bipolară fără contact de protecție; <i>j</i> – idem, cu c.p.; <i>k</i> – bipolară dublă fără c.p.; <i>l</i> – tripolară fără c.p.; <i>m</i> – idem, cu contact de protecție.</p> |
|    | <p>Corp de iluminat: cu lămpi incandescente pentru: <i>a</i> – iluminat general; <i>b</i> – de pază, <i>c</i> – de siguranță; cu lămpi cu descărcări: <i>d</i> – cu tuburi; <i>e</i> – cu becuri cu vapori sub presiune; <i>f</i> – balast; <i>g</i> – starter. Proiector: <i>h</i> – cu bec incandescent; <i>i</i> – cu bec cu vapori sub presiune; <i>j</i> – cu distribuție largă; <i>k</i> – idem, concentrată.</p>  |
|   | <p>Instalații de avertizare: <i>a</i> – centrală de avertizare incendiu; avertizor de incendiu: <i>b</i> – manual; <i>c</i> – termic; <i>d</i> – de fum; <i>e</i> – automat; <i>f</i> – avertizor de pază; <i>g</i> – celulă fotoelectrică.</p>  |
|  | <p>Instalații de paratrăsnet: <i>a</i> – dispozitiv sau <i>b</i> – conductor de captare; <i>c</i> – legarea lui la conductorul de coborîre; <i>d</i> – conductor și <i>e</i> – electrod al prizei de pământ; <i>f</i> – piesă de legare la elemente metalice ale construcției (<i>g</i> – exemplu la burlan).</p>  |

| 1   | 2  |
|---|--|
| <br><br> | <p>Aparate și echipamente telefonice:<br/> <i>a</i> — firidă telefonică; <i>b</i> — rozetă (priză) telefonică; centrală telefonică:<br/> <i>c</i> — automată, <i>d</i> — cu BL, <i>e</i> — cu BC; <i>f</i> — post telex; post telefonic:<br/> <i>g</i> — cu BL, <i>h</i> — cu disc, <i>i</i> — pentru mai multe linii.</p> |
|    | <p>Aparate și echipamente de radio-amplificare: <i>a</i> — amplificator; <i>b</i> — difuzor; <i>c</i> — microfon.</p>  |
| <br>  | <p>Antene: <i>a</i> — radio; <i>b</i> — TV cu dipol deschis; <i>c</i> — TV cu dipol închis; <i>d</i> — RTV colectivă.<br/> Distribuitor de antenă colectivă cu o intrare și: <i>e</i> — două, <i>f</i> — trei, <i>g</i> — patru ieșiri; <i>h</i> — priză de antenă colectivă.</p>  |
|    | <p>Instalație de ceasuri: <i>a</i> — principal (mamă); <i>b</i> — cu contacte; <i>c</i> — cu motor; <i>d</i> — cu control de înscriere.</p>  |

**Notă.** Semnele convenționale din tabel respectă indicațiile STAS 1590-3-71, 4-71, 6-71, 7-71, 9-71, 11-75; STAS 1842-73; STAS 11381/2-80, 3-84, 4-84, 5-84, 6-80, 7-80, 8-84, 13-81, 15-81, 20-80, 21-82, 22-82, 23-83, 24-83, 25-80, 27-80, 28-80, 31-81; STAS 12120/1-83, 2-83, 3-83, 4-83, 5-83, 6-83.

### 1.7.2. Litere reper pentru identificarea categoriei elementelor sau funcțiilor generale în schemele electrice

| Litera | Categoria elementului                   | Funcția generală    |
|--------|---|---------------------|
| 1      | 2                                       | 3                   |
| A      | Ansambluri și subansambluri funcționale | Auxiliar            |
| B      | Traductoare                             | Diracția de mișcare |
| C      | Condensatoare                           | Numărare            |



| 1 | 2   | 3   |
|---|---|---|
| D | Elemente binare, dispozitive de memorare și de temporizare                    | Diferențial                               |
| E | Dispozitive diverse   | —   |
| F | Dispozitive de protecție  | Protecție                                 |
| G | Generatoare (dispozitive alimentare)  | Încercare                                 |
| H | Dispozitive de semnalizare  | Semnalizare                               |
| I | —   | Integrare                                 |
| K | Relee și contactoare (diferite de cele din categoria F)                       | Aprapiere (exemplu: poziționare de nivel) |
| L | Inductanțe  | —   |
| M | Motoare   | Principal                                 |
| N | Dispozitive de calcul, reglatoare   | Măsurare                                  |
| P | Instrumente măsură, dispozitive încercare                                     | Proportional                              |
| Q | Aparate de comutație pentru circuite electrice, de forță                      | Stare (pornit, oprit, sfârșit de cursă)   |
| R | Rezistoare  | Rearmare, ștergere                        |
| S | Aparate de comutație mecanică pentru circuitele electrice                     | Introducere în memorie, înregistrare      |
| T | Transformatoare   | Temporizare                               |
| U | Modulatoare, convertoare  | —   |
| V | Tuburi electronice, semiconductoare   | Viteză (acelerație, frînare)              |
| W | Căi transmisie, ghid unde, antene   | Sumare                                    |
| X | Borne, fișe, socluri  | Înmulțire                                 |
| Y | Dispozitive mecanice acționate electric                                       | Analogic                                  |
| Z | Sarcini corective, transformatoare hibride, filtre, egalizatoare, limitatoare | Numeric                                   |

Notă. Respectă prevederile STAS 12120/2-83.

## 2. MATERIALE ELECTROTEHNICE

### 2.1. Materiale conductoare

#### 2.1.1. Caracteristicile tehnice ale materialelor conductoare

| Denumirea<br>materialelor       | $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$<br>$\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$<br>$\cdot 10^{-2}$ | $\alpha$<br>$\frac{10^{-3}}{\text{grd}}$ | $\lambda_{20^{\circ}\text{C}}$<br>$\frac{10^{-6}}{\text{grd}}$ | $E$<br>$\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}$<br>$\cdot 10^3$ | $\sigma_r$<br>$\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}$ | $V_H$<br>V | $\gamma$<br>$\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ |
|---------------------------------|---|--|--|---|--|------------|---|
| 1                               | 2   | 3  | 4  | 5   | 6  | 7          | 8   |
| Cupru electro-<br>tehnice moale | 1,748   | 3,93                                     | 16,42  | 13  | 21   | +0,34      | 8,735                                       |
| Idem, tare                      | 1,748   | 3,93                                     | 16,42  | 10,6  | 38,2   | +0,34      | 8,9   |
| Bronz                           | 1,92-11   | 4,00                                     | 16,6   | 9-13  | 50-85  |            | 7,4-8,9                                     |
| Alamă Am58/85                   | 7,1/5   | 1,3-2                                    | 17,5   | 8-10  | 18-88  |            | 8,9-8,73                                    |
| Aluminiu                        | 2,941   | 4,00                                     | 23,8   | 5,5   | 15,7   | -1,34      | 2,647                                       |
| Aldrey                          | 3,33  | 3,60                                     | 23,0   | 6   | 30   |            | 2,7   |
| Alcoro                          | 3,28  | 3,60                                     | 23,0   | 5,6   | 29,4   |            | 2,647                                       |
| Zinc laminat                    | 5,92  | 4,19                                     | 39,5   | 13  | 11,2   | -0,76      | 7,4   |
| Zinc recopt                     | 5,92  | 4,19                                     | 39,5   | 13  | 13,3   | -0,76      | 7,4   |
| Fier                            | 10,00   | 6,57                                     | 12,3   | 21  | 50   | -0,44      | 7,86  |
| Oțel A (LEA)                    | 14,2  | 4,5                                      | 11,0   | 18,8  | 39,2   |            | 7,647                                       |
| Oțel B (LEA)                    | 25,2  | 4,8                                      | 11,0   | 19,6  | 117,6  |            | 7,647                                       |
| Oțel C (LEA)                    | 25,2  | 4,8                                      | 11,0   | 19,6  | 137,3  |            | 7,647                                       |
| Magneziu                        | 4,6   | 3,9                                      | 26,0   | 4,5   | 20   | -1,56      | 1,74  |
| Wolfram                         | 5,55  | 4,68                                     | 4,5  | 37-41   | 350  | -0,58      | 19,32                                       |
| Nichel moale                    | 8,69  | 4,4-                                     | 13,0   | 20,5  | 40   | -0,25      | 8,9   |
| Nichel tare                     | 9,52  | -6,9                                     | 13,0   | 20,5  | 80   | -0,25      | 8,9   |
| Molibden                        | 4,76  | 4,71                                     | 5,2  | 33,6  | 80-250   |            | 10,2  |

| 1       | 2    | 3     | 4     | 5    | 6     | 7     | 8      |
|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| Platină | 10,3 | 3,92  | 8,9   | 17   | 20-30 | +0,86 | 27,45  |
| Argint  | 1,6  | 3,6-4 | 19,68 | 8,2  | 25    | +0,81 | 10,5   |
| Aur     | 2,2  | 3,65  | 14,3  | 7,9  | 14    | +1,5  | 19,29  |
| Plumb   | 20,8 | 4,28  | 29,3  | 1,7  | 1,5   | -0,13 | 11,34  |
| Staniu  | 11,4 | 4,4   | 27,03 | 4,15 | 2,75  | -0,10 | 7,3    |
| Mercur  | 95,8 | 0,9   | 1,82  |      |       | +0,86 | 13,546 |

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este:  $\rho_{20^{\circ}\text{C}}$  rezistivitatea de  $20^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha$  — coeficient de variație a rezistivității cu temperatura;  $\lambda$  — coeficient mediu de dilatație liniară;  $E$  — modulul de elasticitate;  $\sigma$  — rezistența specifică la rupere;  $V$  — potențialul electrochimic față de hidrogen;  $\gamma$  — masa specifică.

### 2.1.2. Conductoare de bobinaj

#### Tipuri standardizate (STAS 10570-83):

— conductoare emailate: Cu-EM-1(2;3)-105; Cu-EMU-2-105; Cu-ES-1(2)-105(130;155); Cu-ESA-1(2)-105(130); Cu-ET-1(2)-155(180; 220); Cu-ETs-1(2)-155; Cu-ETbF-2(3)-180; CuP-EM-1(2)-105; CuP-ET-1(2)-155; Al-EM-1(2)-105; AlP-EM-1(2)-105;

— conductoare izolate cu hîrtie: Cu-H; CuP-H; Al-H; AlP-H;

— conductoare izolate cu fibre textile: Cu-2(3)B; Cu-E(2)B; Cu-(2)Mt; Cu-E(2)Mt; CuP-2(3)B; CuPf-BT(4B); Al-2(3)B; AlP-2(3)B;

— conductoare izolate cu fire de sticlă: Cu-2S-1(2)-155(180); Cu-E2S-1(2) · 155(280); CuP-2S-1(2)-155(180); CuP-E2S-1(2)-155(180); CuP-2Sy-1(2)-155(180).

#### Dimensiuni standardizate:

— Pentru conductoare rotunde,  $\varnothing$ , în mm: 0,025—0,032—0,04—0,05—0,063—0,071—0,08—0,09—0,1—0,112—0,125—0,14—0,16—0,18—0,2—0,224—0,25—0,28—0,315—0,355—0,4—0,45—0,5—0,56—0,63—0,71—0,75—0,8—0,85—0,9—0,95—1—1,06—1,12—1,18—1,25—1,32—1,4—1,5—1,6—2,12—2,24—2,36—2,5—2,65—2,8—3;



— Pentru conductoare dreptunghiulare,  $a \times b$ , în mm:  
 $a = 2-2,24-2,5-2,8-3,15-3,55-4-4,5-5-5,6-6,3-7,1-8-9-10-11,2-12,5-14-16$ ;  $b = 0,8-0,9-1-1,12-1,25-1,4-1,6-1,8-2-2,24-2,5-2,8-3,15-3,35-4-4,5-5-5,6$ .

Semnificația simbolurilor: Cu, Al — conductor de cupru, aluminiu; P — secțiune dreptunghiulară (când lipsește, secțiunea este circulară); E — emailate; M — cu proprietăți mecanice ridicate; S — sudabil; T — cu stabilitate termică ridicată; A — termoadherent; s — cu șoc termic îmbunătățit; F — rezistent la agenți frigorifici; U — rezistent la ulei de transformator; b — aptitudine de bobinare îmbunătățită; 1, 2, 3 — gradul de izolație (simplă, dublă, triplă); 105, 130, 155, 180, 220 — indici de temperatură; H — izolație de hirtie; B — înfășurare de bumbac sau bumbac în amestec cu fire sintetice; Mt — înfășurare de mătase; T — împletitură de bumbac sau de bumbac în amestec cu fire sintetice; f — flexibil; 2 S — două înfășurări cu fire de sticlă impregnate; 3Sy — două înfășurări cu fire de sticlă în amestec cu un fir sintetic impregnate.

### 2.1.3. Cabluri și conducte electrice izolate

#### 2.1.3.1. Clasificarea cablurilor și conductelor electrice după comportarea la foc

Conform STAS 11388/7-80, după comportarea la foc, cablurile și conductele electrice pot fi:

— *Fără întârziere la propagarea flăcării* (supuse un anumit timp unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se pînă la distrugerea completă a epruvetei de încercare); exemple: (A)CHPAI, CSHPI, CSHPAI, CCHPI, CCHPAI;

— *Cu întârziere la propagarea flăcării* (supuse un anumit timp unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se pe o lungime determinată, după care se stinge); exemple: (A)CYY-1kV, (A)CYAbY-1kV, (A)CYHSY-6kV, (A)CYHSAby-6kV, (A)CYSEY-10 kV, (A)CYSEAbY-10 kV, (A)CYP-1 kV, (A)CYPY-1 kV, (A)CYPAbY-1 kV, ACHPAI-1(6) kV, CSYY, CSYAbY, CSYey, CSYEAbY, CSHP, CSHPAI, CCHP, CCHPAI;

— *Cu întârziere mărită la propagarea flăcării* (lungimea medie arsă la încercarea de grup nu depășește 50% din lungimea epruvetei în 10 min de ardere autonomă); exemple:

(A)CYY-F, CSYY-F, (A)CYAbY-F, CSYEY-F, CSYAbY-F, CSYEAbY-F;

— Rezistente la foc (supuse acțiunii prelungite a flăcării de inițiere, continuă să funcționeze normal timp nelimitat.

### 2.1.3.2. Cabluri de energie de utilizare normală

#### Tipuri constructive

| Tipul cablului | $U_n$ , kV | $n_c \times s_c$ , mm <sup>2</sup> | $n_c \times s_c$ , mm <sup>2</sup> |
|----------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1              | 2          | 3                                  | 4                                  |

#### Cabluri cu izolație de hîrtie impregnată în manta de plumb (STAS 4481/2-80)

|         |       |   |  |
|---------|-------|---|--|
| ACHP    | 0,6/1 | $3 \times 16 \div 150$<br>$4 \times 10 \div 16$ | $3 \times (25 \div 150) +$<br>$+ 16 \div 70$   |
| ACHPAб  | 0,6/1 | $3 \times 16 \div 150$<br>$4 \times 10$         | $3 \times (25 \div (240) +$<br>$+ 16 \div 120$ |
| ACHPAбY | 3,5/6 | $3 \times 185$                                  | —  |
| CHPAбY  | 0,6/1 | $3 \times 16 \div 150$                          | $3 \times (25 \div 150) +$<br>$+ 16 \div 70$   |

#### Cabluri cu izolație de PVC în manta de plumb (STAS 2405-79)

|         |       |  |   |
|---------|-------|--|---|
| ACYP    | 0,6/1 | $1 \times 4 \div 500$<br>$2 \times 4 \div 120$                               | $3 \times 4 \div 95$<br>$4 \times 4 \div 35$                          |
| ACYPY   | 0,6/1 | $1 \times 25 \div 500$<br>$2 \times 4 \div 120$<br>$3 \times 4 \div 120$     | $4 \times 4 \div 35$<br>$3 \times (25 \div 70) +$<br>$+ 16 \div 35$   |
| ACYPAбY | 0,6/1 | $1 \times 25 \div 185$<br>$2 \times 6 \div 120$<br>$3 \times 6 \div 95$      | $4 \times 6 \div 35$<br>$3 \times (25 \div 70) +$<br>$+ 16 \div 35$   |
| CYP     | 0,6/1 | $1 \times 1,5 \div 185$<br>$2 \times 1,5 \div 120$<br>$3 \times 1,5 \div 95$ | $4 \times 1,4 \div 35$<br>$3 \times (25 \div 70) +$<br>$+ 16 \div 35$ |
| CYPY    | 0,6/1 | $1 \times 25 \div 185$<br>$2 \times 4 \div 120$<br>$3 \times 4 \div 95$      | $3 \times (25 \div 70) +$<br>$+ 16 \div 35$<br>$4 \times 4 \div 35$   |
| CYPAбY  | 0,6/1 | $1 \times 25 \div 185$<br>$2 \times 4 \div 120$<br>$3 \times 4 \div 95$      | $3 \times (25 \div 70) +$<br>$+ 16 \div 35$<br>$4 \times 4 \div 35$   |

| 1   | 2      | 3  | 4   |
|---|--------|--|---|
| <i>Cabluri cu izolație și manta de PVC (STAS 8778/2-80)</i> |        |  |   |
| ACYY  | 0,6/1  | $1 \times 4 \div 400$<br>$2 \times 1,5 \div 16$<br>$3 \times 1,5 \div 240$   | $4 \times 1,5 \div 35$<br>$3 \times (25 \div 240) +$<br>$+ 16 \div 120$                             |
| ACYAY   | 0,6/1  | $1 \times 16 \div 400$<br>$2 \times 4 \div 16$<br>$3 \times 4 \div 120$      | $4 \times 1,5 \div 400$<br>$3 \times (25 \div 240) +$<br>$+ 16 \div 120$                            |
| ACYHSY  | 3,5/6  | $1 \times 25 \div 300$   | $3 \times 25 \div 240$  |
| ACYHSAby  | 3,5/6  | $1 \times 25 \div 300$   | $3 \times 25 \div 240$  |
| ACYSEY  | 5,8/10 | $3 \times 35 \div 150$   | —   |
| ACYSEAbY  | 5,8/10 | $3 \times 35 \div 150$   | —   |
| A2YSY   | 12/20  | $1 \times 95 \div 150$   | NID 6094-77   |
| CYY   | 0,6/1  | $1 \times 1,5 \div 400$<br>$2 \times 1,5 \div 16$<br>$3 \times 1,5 \div 240$ | $4 \times 1,5 \div 35$<br>$3 \times (50 \div 240) +$<br>$+ 25 \div 120$                             |
| CYAnbY  | 0,6/1  | $1 \times 2,5 \div 400$<br>$2 \times 1,5 \div 16$<br>$3 \times 1,5 \div 240$ | $4 \times 2,5; 35 + 16$<br>$4 \times 1,5 \div 185$<br>$3 \times (25 \div 240) +$<br>$+ 16 \div 240$ |
| CYHSY   | 3,5/6  | $1 \times 25 \div 300$   | $3 \times 25 \div 150$  |
| CYHSAby   | 3,5/6  | $1 \times 25 \div 300$   | $3 \times 25 \div 150$  |
| CYSEY   | 5,8/10 | $3 \times 35 \div 150$   | —   |
| CYSEAbY   | 5,8/10 | $3 \times 35 \div 150$   | —   |
| NAYY-J  | 0,6/1  | $4 \times 16 \div 500$   | VDE 0271/69   |

Notă. 1. Datele de mai sus se referă la producția actuală.

2. Simbolizare: C — cablu de energie; A (la început) — conductor de aluminiu (cînd lipsește, conductorul este de cupru); Y — izolație manta sau înveliș exterior din PVC; 2Y — izolație, manta sau înveliș exterior din polietilenă; H (după C) — izolație din hîrtie; H — semiconductor; S — ecran de cupru; E — ecran; P — manta de plumb; Ab — armătură din bandă de oțel; I — înveliș exterior de protecție din material fibros impregnat.

3. Temperatura de încălzire maximă admisă pentru cabluri, de care se ține seama la încărcarea lor (v. paragraful următor) este:

| $U_n$ , kV | 1  | 6  | 10 | 20     | 30 |
|------------|----|----|----|--------|----|
| 0, °C      |    |    |    |        |    |
| ... HP     | 80 | 80 | 65 | 65     | 60 |
| ... Y, 2Y  | 70 | 70 | 60 | 60; 70 | 55 |

(cu cifre grase s-a notat pentru cablul A2YSY-20 kV).



Încărcarea maximă admisă a cablurilor de energie în regim permanent

| $s_c$<br>mm <sup>2</sup> | ≤ 1 kV |   |   |   | 6 kV | 10 kV | 20 kV |   |    | 35 kV |    |  |
|--------------------------|--------|---|---|---|------|-------|-------|---|----|-------|----|--|
|                          | 2      | 3 | 4 | 5 | 6    | 7     | 8     | 9 | 10 | 11    | 12 |  |
| 1                        |        |   |   |   |      |       |       |   |    |       |    |  |

Cabluri cu izolație din hârtie și manta din plumb  
cu conductoare din cupru

a) Pozare în pământ la 20°C

|     | 1,5 | 2,5 | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  | 95  | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 350  | 420  | 480 | 530 | 610 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 26  | 41  | 55  | 72  | 92  | 125 | 165 | 210 | 255 | 305 | 385 | 460 | 530 | 600 | 680 | 790 | 900 | 1060 | 1200 | —   | —   | —   |
| 31  | 42  | 55  | 70  | 95  | 105 | 160 | 195 | 235 | 290 | 350 | 395 | 450 | 500 | 570 | 640 | 740 | —    | —    | —   | —   | —   |
| 35  | 47  | 59  | 80  | 105 | 135 | 165 | 195 | 245 | 295 | 330 | 375 | 420 | 480 | 540 | 620 | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 47  | 59  | 80  | 105 | 135 | 165 | 195 | 245 | 295 | 330 | 375 | 420 | 480 | 540 | 620 | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 59  | 80  | 105 | 135 | 165 | 195 | 245 | 295 | 330 | 375 | 420 | 480 | 540 | 620 | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 80  | 105 | 135 | 165 | 195 | 245 | 295 | 330 | 375 | 420 | 480 | 540 | 620 | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 90  | 120 | 145 | 170 | 215 | 255 | 290 | 325 | 365 | 420 | 470 | 540 | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 120 | 145 | 175 | 215 | 255 | 290 | 325 | 365 | 420 | 470 | 530 | 580 | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 175 | 200 | 230 | 270 | 290 | 330 | 370 | 410 | 450 | 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 185 | 200 | 230 | 270 | 290 | 330 | 370 | 410 | 450 | 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 200 | 230 | 270 | 290 | 330 | 370 | 410 | 450 | 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 230 | 270 | 290 | 330 | 370 | 410 | 450 | 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 255 | 290 | 310 | 340 | 385 | 425 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 270 | 310 | 340 | 385 | 425 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 300 | 340 | 385 | 425 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 330 | 385 | 425 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 370 | 425 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 420 | 485 | 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 450 | 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 510 | 550 | 600 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 530 | 590 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |
| 580 | 650 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —   | —   | —   |

| 1                        | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| b) Pozare în aer la 30°C |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1,5                      | 33   | 27  | 23  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 2,5                      | 45   | 36  | 30  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 4                        | 59   | 47  | 39  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 6                        | 74   | 59  | 50  | 50  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 10                       | 100  | 80  | 68  | 68  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 16                       | 130  | 105 | 90  | 90  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 25                       | 175  | 140 | 120 | 120 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 35                       | 215  | 170 | 150 | 150 | 125 | 140 | —   | —   | 130 | —   | —   |
| 50                       | 260  | 205 | 180 | 180 | 155 | 165 | 200 | 185 | 155 | 180 | 175 |
| 70                       | 330  | 260 | 230 | 230 | 195 | 205 | 250 | 240 | 195 | 230 | 220 |
| 95                       | 395  | 320 | 280 | 280 | 235 | 245 | 300 | 285 | 230 | 275 | 265 |
| 120                      | 460  | 360 | 325 | 325 | 270 | 280 | 350 | 330 | 265 | 320 | 305 |
| 150                      | 530  | 410 | 370 | 370 | 310 | 320 | 400 | 380 | 300 | 360 | 350 |
| 185                      | 600  | 470 | 420 | 420 | 365 | 360 | 455 | 435 | 340 | 410 | 400 |
| 240                      | 720  | 550 | 490 | 490 | 410 | 420 | 530 | 510 | 390 | 475 | 465 |
| 300                      | 830  | 620 | 560 | 560 | 470 | 480 | 600 | 580 | 440 | 540 | 530 |
| 400                      | 1000 | 740 | 660 | 660 | 550 | 560 | 700 | 690 | 510 | 630 | 630 |
| 500                      | 1160 | —   | —   | —   | —   | 620 | 780 | 780 | 570 | 700 | 710 |

Cabluri cu izolație de hirtie și manta de plumb  
cu conductoare de aluminiu

a) Pozare în pământ la 20°C

|     |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |
|-----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 2,5 | —  | 33 | 28 | —  | —  | — | — | — | — | — | — |
| 4   | 55 | 42 | 36 | —  | —  | — | — | — | — | — | — |
| 6   | 70 | 52 | 45 | 45 | —  | — | — | — | — | — | — |
| 10  | 95 | 69 | 60 | 60 | 52 | — | — | — | — | — | — |

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 16  | 125 | 92  | 79  | 79  | 69  | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 25  | 160 | 120 | 100 | 100 | 89  | 92  | —   | —   | —   | —   | —   |
| 35  | 195 | 145 | 125 | 125 | 110 | 110 | —   | —   | 105 | —   | —   |
| 50  | 235 | 175 | 150 | 159 | 130 | 130 | 150 | 140 | 125 | 140 | 130 |
| 70  | 295 | 220 | 190 | 190 | 165 | 185 | 190 | 175 | 155 | 175 | 165 |
| 95  | 350 | 260 | 225 | 225 | 195 | 195 | 225 | 210 | 185 | 210 | 195 |
| 120 | 405 | 300 | 255 | 255 | 225 | 220 | 255 | 240 | 210 | 240 | 225 |
| 150 | 460 | 453 | 290 | 290 | 255 | 250 | 290 | 270 | 235 | 270 | 255 |
| 185 | 520 | 390 | 330 | 330 | 285 | 285 | 320 | 305 | 265 | 300 | 285 |
| 240 | 600 | 450 | 375 | 375 | 325 | 325 | 370 | 350 | 305 | 345 | 330 |
| 300 | 690 | 510 | 420 | 420 | 370 | 420 | 420 | 400 | 345 | 390 | 375 |
| 400 | 820 | 590 | 490 | 490 | 430 | 470 | 480 | 465 | 400 | 450 | 440 |
| 500 | 920 | —   | —   | —   | —   | —   | 530 | 520 | 445 | 500 | 490 |

b) Pozare in aer la 30°C

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2,5 | 26  | 23  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 4   | 34  | 30  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 6   | 43  | 39  | 39  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 10  | 56  | 53  | 53  | 53  | 45  | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 16  | 76  | 70  | 70  | 70  | 60  | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| 25  | 100 | 91  | 91  | 91  | 78  | 85  | —   | —   | —   | —   | —   |
| 35  | 130 | 110 | 110 | 110 | 95  | 105 | —   | —   | 96  | —   | —   |
| 50  | 160 | 140 | 140 | 140 | 115 | 125 | 150 | 140 | 115 | 140 | 135 |
| 70  | 195 | 175 | 175 | 175 | 150 | 160 | 190 | 180 | 150 | 175 | 170 |
| 95  | 250 | 215 | 215 | 215 | 180 | 190 | 230 | 220 | 180 | 210 | 205 |
| 120 | 305 | 235 | 235 | 235 | 210 | 220 | 270 | 255 | 205 | 245 | 235 |
| 150 | 355 | 270 | 250 | 250 | 240 | 250 | 310 | 295 | 235 | 280 | 270 |
| 185 | 410 | 315 | 285 | 285 | 275 | 285 | 350 | 335 | 265 | 320 | 310 |
| 240 | 465 | 360 | 325 | 325 | 320 | 330 | 410 | 395 | 310 | 375 | 365 |
|     | 550 | 425 | 385 | 385 | 320 | 330 | —   | —   | —   | —   | —   |





## 2.1.3.2. (continuare)

| 1                        | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 | 8   | 9   | 10 | 11  | 12  |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|----|-----|-----|
| b) Pozare în aer la 30°C |      |     |     |     |     |   |     |     |    |     |     |
| 1,5                      | 26   | 21  | 18  | —   | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 2,5                      | 35   | 29  | 25  | —   | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 4                        | 46   | 38  | 34  | —   | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 6                        | 58   | 48  | 44  | 48  | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 10                       | 80   | 66  | 60  | 65  | 63  | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 16                       | 105  | 90  | 80  | 86  | 83  | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 25                       | 140  | 120 | 105 | 110 | 110 | — | 110 | 105 | —  | 96  | 91  |
| 35                       | 175  | 150 | 130 | 135 | 130 | — | 135 | 130 | —  | 115 | 110 |
| 50                       | 215  | 180 | 160 | 165 | 155 | — | 165 | 155 | —  | 140 | 130 |
| 70                       | 270  | 230 | 200 | 205 | 195 | — | 205 | 195 | —  | 175 | 165 |
| 95                       | 335  | 275 | 245 | 250 | 235 | — | 250 | 235 | —  | 210 | 200 |
| 120                      | 390  | 320 | 285 | 285 | 270 | — | 290 | 275 | —  | 245 | 230 |
| 150                      | 445  | 375 | 325 | 325 | 310 | — | 330 | 315 | —  | 275 | 260 |
| 185                      | 510  | 430 | 370 | 370 | 350 | — | 380 | 360 | —  | 315 | 300 |
| 240                      | 620  | 510 | 435 | 430 | 400 | — | 445 | 420 | —  | 370 | 350 |
| 300                      | 710  | 590 | 500 | 490 | 450 | — | 510 | 480 | —  | 420 | 400 |
| 400                      | 850  | 710 | 600 | 570 | 530 | — | 590 | 560 | —  | 480 | 460 |
| 500                      | 1000 | —   | —   | —   | —   | — | 670 | 610 | —  | 540 | 520 |

Cabluri cu izolație și manta de PVC  
cu conductoare de aluminiu

## a) Pozare în pământ la 20°C

|     |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,5 | 37 | 30 | 27 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4   | 52 | 42 | 36 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6   | 68 | 52 | 45 | — | — | — | — | — | — | — | — |

## 2.1.3.2. (continuare)

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 | 8   | 9   | 10 | 11  | 12  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|----|-----|-----|
| 10  | 86  | 69  | 60  | —   | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 16  | 113 | 90  | 78  | —   | —   | — | —   | —   | —  | —   | —   |
| 25  | 150 | 115 | 100 | 97  | 92  | — | 95  | 88  | —  | 82  | 76  |
| 35  | 180 | 140 | 120 | 115 | 110 | — | 110 | 105 | —  | 97  | 91  |
| 50  | 215 | 165 | 145 | 135 | 130 | — | 170 | 155 | —  | 115 | 105 |
| 70  | 270 | 200 | 175 | 170 | 160 | — | 210 | 190 | —  | 140 | 130 |
| 95  | 325 | 245 | 215 | 200 | 190 | — | 250 | 225 | —  | 165 | 155 |
| 120 | 375 | 275 | 245 | 230 | 215 | — | 280 | 255 | —  | 190 | 175 |
| 150 | 420 | 315 | 275 | 260 | 245 | — | 310 | 285 | —  | 210 | 195 |
| 185 | 480 | 355 | 310 | 290 | 280 | — | 320 | 260 | —  | 235 | 220 |
| 240 | 560 | 415 | 360 | 330 | 315 | — | 360 | 300 | —  | 270 | 250 |
| 300 | 640 | 465 | 410 | 380 | 355 | — | 360 | 340 | —  | 300 | 280 |
| 400 | 740 | 540 | 470 | 425 | 410 | — | 405 | 385 | —  | 335 | 315 |
| 500 | 860 | —   | —   | —   | —   | — | 455 | 430 | —  | 375 | 350 |

b) pozare în aer la 30°C

|     |     |     |     |     |     |   |     |     |   |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|---|-----|-----|
| 2,5 | 26  | 21  | 18  | —   | —   | — | —   | —   | — | —   | —   |
| 4   | 36  | 30  | 27  | —   | —   | — | —   | —   | — | —   | —   |
| 6   | 46  | 38  | 34  | —   | —   | — | —   | —   | — | —   | —   |
| 10  | 63  | 52  | 47  | —   | —   | — | —   | —   | — | —   | —   |
| 16  | 82  | 70  | 63  | —   | —   | — | —   | —   | — | —   | —   |
| 25  | 110 | 94  | 82  | 87  | 84  | — | 87  | 82  | — | 75  | 71  |
| 35  | 135 | 115 | 100 | 105 | 100 | — | 105 | 100 | — | 91  | 86  |
| 50  | 165 | 140 | 125 | 130 | 120 | — | 170 | 150 | — | 110 | 105 |
| 70  | 210 | 180 | 155 | 160 | 150 | — | 210 | 185 | — | 135 | 125 |
| 95  | 260 | 215 | 190 | 195 | 185 | — | 225 | 220 | — | 165 | 155 |
| 120 | 300 | 250 | 220 | 230 | 210 | — | 290 | 260 | — | 190 | 180 |
| 150 | 350 | 290 | 250 | 250 | 240 | — | 325 | 295 | — | 215 | 205 |
| 185 | 400 | 335 | 285 | 285 | 270 | — | 295 | 280 | — | 245 | 230 |



## 2.1.3.2. (continuare)

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 | 8   | 9   | 10 | 11  | 12  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|----|-----|-----|
| 240 | 480 | 395 | 340 | 340 | 310 | — | 350 | 330 | —  | 290 | 273 |
| 300 | 550 | 460 | 390 | 390 | 355 | — | 400 | 380 | —  | 330 | 315 |
| 400 | 660 | 550 | 460 | 450 | 420 | — | 460 | 440 | —  | 385 | 365 |
| 500 | —   | —   | —   | —   | —   | — | 530 | 510 | —  | 440 | 420 |

Notă. IMPORTANT ! Valorile din tabel vor fi corectate, funcție de condițiile de pozare, prin înmulțire cu coeficienții de corecție de mai jos și anume:

a. La cablurile  $\odot$   $\bullet \bullet$  utilizate în c.a., (valorile din tabel sînt pentru c.c.)

| $s_c, \text{mm}^2$ | 1,5 ÷ 6 | 10 ÷ 50 | 70 ÷ 150 | 185 ÷ 240 | 240 ÷ 400 |
|--------------------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| $k_d$              | 0,85    | 0,72    | 0,7      | 0,69      | 0,67      |

b. La cablurile de 20 kV și 30 kV cu manta de aluminiu:

| $s_c, \text{mm}^2$ | 25 ÷ 35 | 50 ÷ 120 | 150; 185 | 240; 300 | 400; 500 |
|--------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| $k_m$              |         |          |          |          |          |
|                    | Cu      | 0,96     | 0,91     | 0,88     | 0,83     |
|                    | Al      | 0,95     | 0,93     | 0,90     | 0,86     |

c. La cablurile pozate în pământ:

$$k_p = k_{p1} k_{p2} k_{p3} \quad (2.1)$$

$k_{p1}$  — coeficient de corecție funcție de rezistența termică a solului

| Cablul<br>$n_c \times s_c, \text{ mm}^2$ | Rezistența termică specifică $r_\theta, ^\circ\text{C} \cdot \text{cm/W}$ |     |      |      |      |      |      |
|--|---|-----|------|------|------|------|------|
|  | 70  | 100 | 120  | 150  | 220  | 250  | 300  |
| 1; 2 $\times$ 2,5 $\div$ 25              | 1,09  | 1   | 0,95 | 0,88 | 0,80 | 0,73 | 0,69 |
| 1; 2 $\times$ 35 $\div$ 95               | 1,11  | 1   | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,71 | 0,66 |
| 1; 2 $\times$ 120 $\div$ 240             | 1,12  | 1   | 0,94 | 0,86 | 0,78 | 0,70 | 0,65 |
| 1; 2 $\times$ 300                        | 1,13  | 1   | 0,93 | 0,86 | 0,77 | 0,69 | 0,65 |
| 3; 4 $\times$ 2,5 $\div$ 25              | 1,11  | 1   | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,72 | 0,67 |
| 3; 4 $\times$ 35 $\div$ 95               | 1,13  | 1   | 0,93 | 0,86 | 0,76 | 0,70 | 0,64 |
| 3; 4 $\times$ 120 $\div$ 240             | 1,14  | 1   | 0,93 | 0,85 | 0,75 | 0,69 | 0,63 |
| 3; 4 $\times$ 300                        | 1,15  | 1   | 0,92 | 0,85 | 0,75 | 0,68 | 0,63 |

Valori orientative pentru  $r_\theta$ : sol obișnuit — 70; cuarț — 11; granit — 25; calcar — 45; nisip uscat — 310; nisip umed 10% (20%) — 105 (175); pământ nisipos uscat 5% (8%) — 95 (60); pământ argilos — 65.

$k_{p2}$  — coeficient de corecție funcție de numărul de cabluri alăturate

| Mod de pozare<br>( $d$ — între cabluri)                 | Numărul cablurilor alăturate |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 1                            | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 8    | 10   |
| Direct în pământ<br>$d = 7 \text{ cm}$                  | 1,00                         | 0,85 | 0,75 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,56 | 0,53 |
| În țevi așezate în<br>linie                             | 0,82                         | 0,74 | 0,70 | 0,67 | 0,65 | 0,63 | 0,60 | 0,58 |
| Treflă (3 $\times$ mono-<br>fazat), $d = 25 \text{ cm}$ | 1,00                         | 0,85 | 0,72 | 0,72 | —    | —    | —    | —    |

$k_{p3}$  — coeficient de corecție funcție de temperatura solului

| $\theta_c, ^\circ\text{C}$ | Temperatura mediului ambiant, $^\circ\text{C}$ |      |      |      |      |      |
|----------------------------|--|------|------|------|------|------|
|                            | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
| 85                         | 1,04   | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 |
| 80                         | 1,04   | 1,00 | 0,96 | 0,91 | 0,87 | 0,82 |
| 70                         | 1,05   | 1,00 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 |
| 65                         | 1,05   | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,75 |
| 60                         | 1,06   | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,79 | 0,71 |

$\theta_c$  — temperatura conductorului

d. La cablurile pozate în aer:

$$k_a = k_{a1} k_{a2} \quad (2.2)$$

$k_{a1}$  — coeficient de corecție funcție de modul de pozare

| Vezi<br>fig.<br>2.1 | Rafturi | Cabluri cu coordonatele în manta comună, pentru: |      |      |      |      |                       |      |      |      |      |
|---------------------|---------|--|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|
|                     |         | 1  | 2    | 4    | 6    | 9    | 1                     | 2    | 3    | 6    | 9    |
|                     |         | Distanțate între ele                             |      |      |      |      | Alipite unul de altul |      |      |      |      |
| a; b<br>c; d        | —       | 0,95   | 0,90 | 0,88 | 0,85 | 0,84 | 0,90                  | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |
|                     | 1       | 0,95   | 0,90 | 0,88 | 0,85 | 0,84 | 0,95                  | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |
|                     | 2       | 0,90   | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,80 | 0,95                  | 0,80 | 0,76 | 0,71 | 0,69 |
|                     | 3       | 0,88   | 0,83 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,95                  | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,68 |
|                     | 6       | 0,86   | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,95                  | 0,76 | 0,72 | 0,65 | 0,66 |
| e; f                | 1       | 1,00   | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,92 | 0,95                  | 0,84 | 0,80 | 0,75 | 0,73 |
|                     | 2       | 1,00   | 0,95 | 0,93 | 0,90 | 0,89 | 0,95                  | 0,80 | 0,76 | 0,71 | 0,69 |
|                     | 3       | 1,00   | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,88 | 0,95                  | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,68 |
|                     | 6       | 1,00   | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,80 | 0,95                  | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,66 |
| g; h                | —       | 1,00   | 0,95 | 0,90 | 0,87 | 0,86 | 0,95                  | 0,78 | 0,73 | 0,68 | 0,66 |

| Vezi<br>fig.<br>2.1 | Raft | Cabluri monofazate în sistem trifazat; nr. sisteme: |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                     |      | 1   | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 4    |  |
| a; g; i<br>c; e     | —    | 0,92  | 0,89 | 0,83 | 0,94 | 0,91 | 0,89 | 0,89 | 0,86 | 0,81 |  |
|                     | 1    | 0,92  | 0,89 | 0,88 | 1,00 | 0,97 | 0,96 |      |      |      |  |
|                     | 2    | 0,87  | 0,84 | 0,83 | 0,97 | 0,94 | 0,93 |      |      |      |  |
|                     | 3    | 0,84  | 0,82 | 0,81 | 0,96 | 0,93 | 0,92 |      |      |      |  |
|                     | 6    | 0,82  | 0,80 | 0,79 | 0,94 | 0,91 | 0,90 |      |      |      |  |
| j; m<br>k; l        | —    | 0,95  | 0,90 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |      |      |      |  |
|                     | 1    | 0,95  | 0,90 | 0,88 | 1,00 | 0,98 | 0,96 |      |      |      |  |
|                     | 2    | 0,90  | 0,85 | 0,83 | 1,00 | 0,95 | 0,93 |      |      |      |  |
|                     | 3    | 0,88  | 0,83 | 0,81 | 1,00 | 0,94 | 0,92 |      |      |      |  |
|                     | 6    | 0,86  | 0,81 | 0,79 | 1,00 | 0,93 | 0,90 |      |      |      |  |

Notă. Cind distanțele față de perete și dintre cabluri depășesc 2 cm, respectiv 2Øcableu,  $k_{a1} = 1$   
2. Nr. de sisteme nu se normează.

$k_{a2}$  — coeficient de corecție funcție de temperatura mediului ambiant

| $\theta_e, ^\circ\text{C}$ |    | Temperatura mediului ambiant, $^\circ\text{C}$ |      |      |    |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|----|--|------|------|----|------|------|------|------|------|------|
|                            |    | 15   | 20   | 25   | 30 | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   |
| izolație<br>hârtie         | 80 | 1,05   | 1,05 | 1,05 | 1  | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,78 | 0,71 | 0,63 |
|                            | 70 | 1,06   | 1,06 | 1,06 | 1  | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 |
|                            | 65 | 1,00   | 1,00 | 1,00 | 1  | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,65 | 0,53 | 0,38 |
|                            | 60 | 1,00   | 1,00 | 1,00 | 1  | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | 0,41 | —    |
| izolație<br>PVC            | 80 | 1,14   | 1,09 | 1,05 | 1  | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,78 | 0,71 | 0,63 |
|                            | 70 | 1,17   | 1,12 | 1,06 | 1  | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 |
|                            | 65 | 1,19   | 1,13 | 1,07 | 1  | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,65 | 0,53 | 0,58 |
|                            | 60 | 1,22   | 1,15 | 1,08 | 1  | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | 0,41 | —    |



e. La cablurile pozate în apă:

$$k_h = 1,15$$

(9.3)

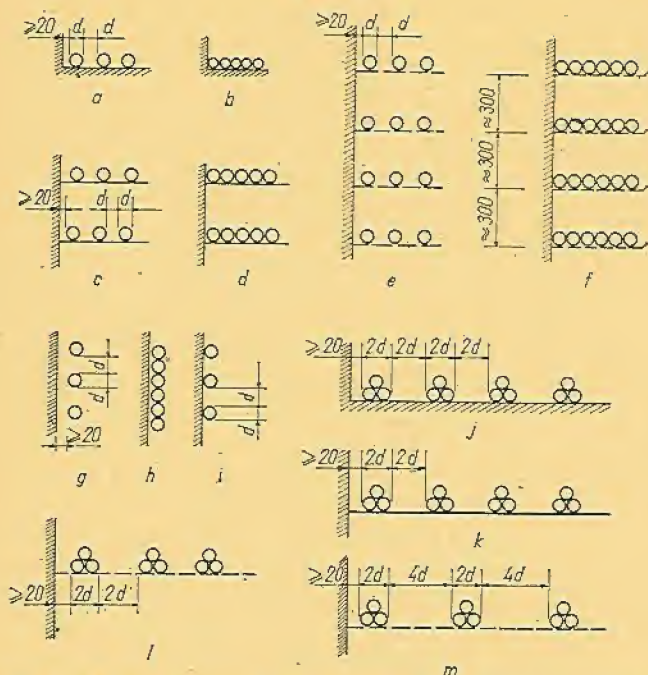


Fig. 2.1. Moduri de pozare a cablurilor în aer (se citește cu tabelul valorilor coeficientului  $k_{a1}$ ):

a — pe pardoseală sau fund canal, alăturate; b — idem, alipite; c — pe pat de cabluri (circulația aerului împiedicată) alăturate; d — idem, alipite; e — pe grătare, alăturate; f — idem, alipite; g — pe stelaș sau perete, distanțate; h — idem, alipite; i — sistem trifazat din cabluri monofazate alăturate lipit de perete; j — idem, pe fund de canal sau pardoseală; k — idem, pe pat de cabluri; l — idem, pe grătare; m — idem, distanțate.

Exemplul de calcul 2.1. Se cere încărcarea maximă admisă pentru un cablu ACYY-1kV —  $3 \times 150 + 70 \text{ mm}^2$ ; a) pozat îngropat în pământ argilos din zonă de cimpie, alături de alte 4 cabluri distanțate la 7 cm unul de altul; b) pozat într-o turnătorie cu temperatura la locul de pozare de  $+40^\circ\text{C}$ , pe pat de cabluri cu două grătare cu 6 cabluri pe grătar.

a) Pentru pozarea în pământ:

$$k_p = 1,14 \cdot 0,64 \cdot 1 = 0,73; \quad I_{adp} = 0,73 \cdot 275 = 201 \text{ A.}$$

b) Pentru pozarea în aer:

$$k_a = 0,9 \cdot 0,87 = 0,783; \quad I_{ada} = 0,783 \cdot 250 = 196 \text{ A.}$$

**Rezistențele și reacțanțele inductive specifice pentru cablurile trifazate în manta comună**

| $s_c$<br>mm <sup>2</sup> | $r_{020}$ , $\Omega$ /km |        | $x_0$ , $\Omega$ /km, pentru tensiunile: |       |       |       |       |
|--------------------------|--------------------------|--------|--|-------|-------|-------|-------|
|                          | Cu                       | Al     | 1 kV                                     | 6 kV  | 10 kV | 20 kV | 30 kV |
| 1,5                      | 11,933                   | 19,067 | —  | —     | —     | —     | —     |
| 2,5                      | 7,160                    | 11,440 | —  | —     | —     | —     | —     |
| 4                        | 4,475                    | 7,150  | —  | —     | —     | —     | —     |
| 6                        | 2,983                    | 4,767  | 0,101                                    | 0,144 | —     | —     | —     |
| 10                       | 1,790                    | 2,860  | 0,096                                    | 0,143 | 0,142 | —     | —     |
| 16                       | 1,119                    | 1,788  | 0,090                                    | 0,123 | 0,132 | —     | —     |
| 25                       | 0,716                    | 1,144  | 0,086                                    | 0,111 | 0,122 | 0,151 | —     |
| 35                       | 0,511                    | 0,871  | 0,084                                    | 0,106 | 0,112 | 0,142 | 0,154 |
| 50                       | 0,358                    | 0,572  | 0,081                                    | 0,100 | 0,106 | 0,129 | 0,138 |
| 70                       | 0,256                    | 0,409  | 0,079                                    | 0,096 | 0,101 | 0,122 | 0,130 |
| 95                       | 0,188                    | 0,301  | 0,078                                    | 0,093 | 0,098 | 0,117 | 0,126 |
| 120                      | 0,149                    | 0,238  | 0,077                                    | 0,091 | 0,095 | 0,112 | 0,121 |
| 150                      | 0,119                    | 0,191  | 0,077                                    | 0,088 | 0,092 | 0,109 | 0,116 |
| 195                      | 0,097                    | 0,155  | 0,077                                    | 0,087 | 0,090 | 0,106 | 0,113 |
| 240                      | 0,075                    | 0,119  | 0,076                                    | 0,086 | 0,089 | 0,102 | 0,108 |
| 300                      | 0,060                    | 0,095  | 0,076                                    | 0,083 | 0,086 | —     | 0,105 |
| 400                      | 0,045                    | 0,072  | 0,074                                    | 0,082 | —     | —     | —     |

Notă. Pentru cablurile monofazate pozate în sistem trifazat, reacțanța inductivă se calculează funcție de amplasare, utilizând relațiile corespunzătoare din § 1.2.3.

**2.1.3.3. Cabluri de comandă, semnalizare și control**

| Simbolizare | $U_n$ , V | $n_c \times s_c$ , mm <sup>2</sup> | NI-STAS |
|-------------|-----------|------------------------------------|---------|
| 1           | 2         | 3                                  | 4       |

*Cabluri cu izolație din hirtie impregnată și manta de plumb*

|         |     |                               |             |              |
|---------|-----|-------------------------------|-------------|--------------|
| CCHP    | 400 | $4 \div 37 \times 1,5$ ; 2,5  | n : 2,3,    | NI 909       |
| CCHPI   | 400 | $4 \div 37 \times 1,5$ ; 2,5  |             | NI 909       |
| CCHPAb  | 400 | $4 \div 37 \times 1,5$ ; 2,5  | 4, 5, 6, 7, | NI 909       |
| CCHPAbI | 400 | $4 \div 37 \times 1,5$ ; 2,5  | 8, 10, 12,  | NI 909       |
| CSHP    | 400 | $2 \div 61 \times 0,78$ ; 1,5 | 14, 16, 19, | STAS 7288-80 |
| CSHPI   | 400 | $2 \div 61 \times 0,78$ ; 1,5 | 24, 30, 37, | STAS 7288-80 |
| CSHPAb  | 400 | $2 \div 61 \times 0,78$ ; 1,5 | 44, 48, 52  | STAS 7288-80 |
| CSHPAbI | 400 | $2 \div 61 \times 0,78$ ; 1,5 | 56, 61      | STAS 7288-80 |

| 1  | 2   | 3  | 4            |
|--|-----|--|--------------|
| <i>Cabluri cu izolație și manta de PVC</i> |     |  |              |
| CSYY-masiv                                 | 500 | 3, 4, 5, $7 \times 0,75 \div 6-9$ ;            | STAS 8799-80 |
| CSYAbY-masiv                               |     | $12 \times 0,75 \div 4-14, 16, 19, 21, 24$ ,   | STAS 8799-80 |
| CSYEY-masiv                                | 500 | 27, 30, 33, $37 \times 0,75 \div 2,5-42$ ,     | STAS 8799-80 |
| CSYEAbY-masiv                              | 500 | 52, $61 \times 0,75 \div 1,5$                  | STAS 8799-80 |
| CSYY-flexibil                              | 500 | 3, 4, 5, $7 \times 1,5 \div 6-9$ ; $12 \times$ | STAS 8799-80 |
| CSYAbY-flexibil                            | 500 | $\times 1,5 \div 4-14, 16, 19, 21, 24, 27$ ,   | STAS 8799-80 |
| CSYEY-flexibil                             | 500 | 30, 33, $37 \times 1,5 \div 2,5-42, 52$ ,      | STAS 8799-80 |
| CSYEAbY-flexibil                           | 500 | 56, $61 \times 1,5$                            | STAS 8799-80 |

Notă. 1. Datele din tabel se referă la producția actuală.

2. Simbolizare: CC — cablu de comandă și control; CS — cablu de semnalizare; H — izolație de hirtie; Y — izolație sau manta din PVC; P — manta de plumb; E — ecran din folie de aluminiu sau hirtie metalizată; Ab — armătură din bandă de oțel; I — înveliș exterior de protecție combustibil;  $n_c \times s_c$  — nr. conductoare  $\times$  secțiune (scara secțiunilor:  $0,75 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 \text{ mm}^2$ ).

### 3. Intensitatea maximă admisă în conductoare:

$I_{ad}$ , A — pentru cabluri cu 2 conductoare cu  $s_c$ , mm<sup>2</sup>:

| 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
|-----|-----|---|---|
|-----|-----|---|---|

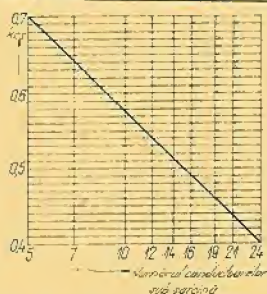
Pozare în pământ la 20°C

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 30 | 41 | 53 | 65 |
|----|----|----|----|

Pozare în aer la 30°C

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 21 | 29 | 38 | 48 |
|----|----|----|----|

$k_{cs}$  — corecție la peste 2 conductoare



### 2.1.3.4. Cabluri și conducte de telecomunicații

| Simbolizare | $n_p \times n_c \times d_c$ , mm<br>sau $n_c \times s_c$ , mm <sup>2</sup> | Observații |
|-------------|--|------------|
| 1           | 2  | 3          |

*Cabluri și conducte telefonice*

|      |   |  |
|------|---|--|
| TCYY | $21 \times 1 \times 0,5 - 1 \div 80 \times 2 \times 0,5 -$<br>$- 6 \div 80 \times 2 \times 0,6 - 5 \div 55 \times 2 \times$<br>$\times 0,8 - 6 \div 50 \times 2 \times 0,9 - 11 \div$ |  |
|------|---|--|



| 1            | 2  | 3                            |
|--------------|--|------------------------------|
| TCYP         | $\div 46 \times 3 \times 0,6 - 11 \times 3 \times 0,8;$<br>$0,9 - 45 \times 4 \times 0,5 - 2 \div 34 \times 4 \times$<br>$\times 0,8; ; 0,9 - 15 \times 5 \times 0,8; 0,9$<br>$51, 61, 70, 80, 101, 202, 303,$<br>$404 \times 2 \times 0,5$                                      | NID 2033<br>NID 2033         |
| TCY          | $1 \times 0,5; 0,6; 0,8; 0,9; 1; 1,2;$<br>$1,3; 1,4; 1,8 - 2 \times 0,5 \div 0,9$  | STAS 4037                    |
| TUHP         | $6 \div 204 \times 2 \times 0,5 \div 0,9 - 306;$<br>$408 \times 2 \times 0,4 \div 0,9 - 612;$<br>$918 \times 2 \times 0,4 \div 0,6 - 1224 \times$<br>$\times 2 \times 0,4; 0,5 - 102; 1020 \times$<br>$\times 2 \times 0,4 - 100 \times 4 \times 0,6$                            | STAS 6006-80                 |
| TUHPAbI      | $11 \div 202 \times 2 \times 0,5 \div 0,9 - 26;$<br>$51 \times 4 \times 0,5; 0,6 - 51 \times 4 \times$<br>$\times 0,7 - 10 \div 25 \times 4 \times 0,8$  | STAS 6006-80<br>STAS 6006-80 |
| TUHPArI      | $26 \times 2 \times 0,5 - 16 \times 2 \times 0,7$  |                              |
| TUHPY        | $52 \div 1224 \times 0,2 \times 0,4 - 11 \div$<br>$\div 1224 \times 2 \times 0,5 - 11 \div 612 \times 2 \times$<br>$\times 0,6; 0,7 - 11 \div 408 \times 2 \times 0,9 -$<br>$- 5; 10 \times 4 \times 0,5; 0,6 - 5 \div$<br>$\div 20 \times 4 \times 0,8 - 6 \times 4 \times 0,8$ | STAS 6006-80                 |
| TUHAY        | $26 \times 2 \times 0,7; 0,9 - 51 \div 202 \times$<br>$\times 2 \times 0,4 \div 0,9 - 306; 408 \times$<br>$2 \times 0,4 \div 0,7 - 612 \times 2 \times 0,4 \div$<br>$\div 0,6 - 918 \times 2 \times 0,4$   | STAS 6006-80                 |
| TUHA2Y       | $26 \times 2 \times 0,7; 0,9 - 51 \div 202 \times$<br>$\times 0,5 \div 0,9 - 306; 408 \times 2 \times$<br>$\times 0,5 \div 0,7 - 612 \times 2 \times 0,5; 0,6$   | NID 3812<br>NID 2090         |
| TIHP         | $4 \div 61 \times 4 \times 0,9 - 1 \div 19 \times 4 \times 1,2$  |                              |
| TIHPAb       | $4 \times 4 \times 1,2 - 37 \times 4 \times 0,9 - 5 \text{ kV} -$<br>$4 \div 37 \times 4 \times 0,9$   | NID 2762                     |
| TIHPAbY      | $3 \div 61 \times 4 \times 0,9 - 1 \div 19 \times 4 \times 1,2 -$  | NID 2090                     |
| TIHPY        | $4 \div 61 \times 4 \times 0,9 - 1 \div 14 \times 4 \times 1,2 -$  | NID 2090                     |
| TIHAY-JF     | $3 \div 19 \times 4 \times 0,9; 1,2 - 24 \div 70 \times$<br>$\times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHAYAbY     | $3 \div 19 \times 4 \times 0,9; 1,2 - 24 \div 91 \times$<br>$\times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHA2YAbH    | $3 \div 19 \times 4 \times 0,9; 1,2 - 24 \div 91 \times$<br>$\times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHADY-JF-S  | $27 \div 114 \times 4 \times 0,9 - 7 \div 19 \times 4 \times 1,2$  | NID 3806                     |
| TIHADY-JF-DM | $27 \div 114 \times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHADYAbY-S  | $12 \div 19 \times 4 \times 1,2 - 27 \div 114 \times$<br>$\times 4 \times 0,9$   | NID 3806                     |
| TIHADYAbY-D  | $27 \div 114 \times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHAD2YAbY-S | $27 \div 114 \times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |
| TIHAD2YAbY-D | $12 \div 114 \times 4 \times 0,9$  | NID 3806                     |

| 1            | 2           | 3              |
|--------------|-------------|----------------|
| TIHAD2AbY-DM | 7×4×1,2     | NID 3806       |
| TIHAD4AbY-S  | 34×4×0,9    | NID 3806       |
| TBUCTi       | 2×0,8       | STAS 4483/2-80 |
| TBUOCTi      | 2×1,15      | STAS 4483/3-77 |
| TBUOY        | 2×1,15      | STAS 4483/4-77 |
| TBU2YY       | 1×0,8; 1,65 | NI 2457        |
| TBICTi       | 2×1,05      | STAS 4483/2-80 |
| TIOCT        | 2; 3×0,9    | STAS 4483/3-77 |
| TIOY         | 2×0,9       | STAS 4483/4-77 |
| TPOCTi       | 2×1,4       | STAS 4483/3-77 |
| TPOY         | 2×1,4       | STAS 4483/4-77 |

*Conducte de conexiuni pentru telecomunicații și automatizări  
(STAS 4037-80)*

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| Tc2BL                 | 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1                        | În locuri uscate:<br>legături fixe în<br>semnalizări, Tc,<br>instalații elec-<br>trice  |
| Tc2BTBL               | 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4                        |   |
| Tc2ML                 | 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1                        |   |
| Tc2MTML               | 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4                        |   |
| Tc(E, Y, C) ML        | 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4; 1,8                   | Conducte ali-<br>mentare în orice<br>mediu de lucru<br>Idem — uscat<br>În orice mediu:<br>Tc și semnali-<br>zare cu atenua-<br>rea perturba-<br>țiilor induse<br>Legături sensi-<br>bile la încăl-<br>care statică<br>Semnalizare, Tc,<br>radiotehnică,<br>electronică —<br>legături fixe |
| Tc(E, Y, C) 2MTML     | 0,5; 0,8; 1                                  |   |
| Tc(E, Y, C) 2BTBL     | 0,5; 0,8; 1                                  |   |
| TcLi2BML              | —  |   |
| Tc(E, Y, C) 2MLF      | 0,5  |   |
| Tc(E, Y, C) 2BLF      | 0,5  |   |
| Tc(E, Y, C) 2MLFTML   | 0,5  |   |
| Tc(E, Y, C) 2MTMLFTML | 0,5; 0,8                                     |   |
| TcM(Y, C) ML          | 0,5; 0,81                                    |   |
| TcLiY                 | 0,1; 0,25; 0,35; 0,37; 0,5;                  |   |
| Tc LiYF               | 0,6; 0,75; 1; 1,5; 2,5 mm <sup>2</sup>       | Idem — legături<br>flexibile<br><br>În aparataje de<br>radio și teleco-<br>municații  |
| TcY                   | 0,196; 0,283; 0,385; 0,503;                  |   |
| TcYF                  | 0,636; 0,783; 1,131;                         |   |
|                       | 1,327; 1,539; 2,545 mm <sup>2</sup>          |   |
| TcLi2MBI              | 0,05; 0,10; 0,25; 0,5 mm <sup>2</sup>        |   |
| TcLi2MBL              | 0,05; 0,10; 0,25; 0,5 mm <sup>2</sup>        |   |
| TcLiYTBL              | 0,35; 0,5; 0,75; 0,88; 1;                    |   |
| TCLiYTBFL             | 1,25; 1,5; 1,93; 2,5; 3,4 mm <sup>2</sup>    |   |
| Tc2MY                 | 0,07; 0,2; 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm <sup>2</sup> |   |

| 1         | 2  | 3   |
|-----------|--|---|
| TcLi2MY   | 0,12; 0,35; 0,5; 0,75; 1;<br>1,5 mm <sup>2</sup> | Idem, unde este<br>necesară flexi-<br>bilitate la |
| TcLi2MYF  | 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm <sup>2</sup>          | montaj  |
| TcLi2MYmF | 2; 3 × 0,35; 0,5; 0,75 mm <sup>2</sup>           | În aparataje de                                   |
| TcBF      | 0,196; 0,282; 0,384; 0,502; 0,783                | radio și teleco-<br>municații                     |
| TcLiBCF   | 0,371; 0,596; 0,789; 1,009; 1,528                | Idem  |
| TcCBFBL   | 1; 2 × 0,282; 0,502                              |   |

*Cordoane pentru conexiuni telefonice și telegrafice*

|        |  |               |
|--------|--|---------------|
| TLAYYd | 3(1 × 3D) — 4(1 × 5S)  | STAS 3627-80  |
| TLAYYs | 3; 4(1 × 3D) — 3; 4(1 × 5S)  | STAS 3627-80  |
| TLAYi  | 3; 4(3 × 5S)   | STAS 3627-80  |
| TLFYB  | 2; 3; 4(1 × 6D)  | STAS 3627-80  |
| TLIAYY | 2; 3; 4; 16 × (18 × 0,1) —<br>— n <sub>c</sub> x(n <sub>f</sub> x d <sub>f</sub> ) | STAS 10366-76 |

**Simbolizare.** Pentru cabluri și conducte telefonice: TC, TU, Ti (la început) — cablu sau conductă telefonică de centrală, urban, interurban; TBU, TBI — conductă de bridă urbană, interurbană; Ti (la început) — conductă telefonică de interior; Y — izolație sau manta de PVC; 2Y, H, C — izolație de polietilenă, hirtie, cauciuc; A (ultima literă) — autopurtat; Ar, Ab — armătură de oțel din sîrmă rotundă, bandă; P — manta de plumb; E — ecran de cupru, folie de aluminiu sau benzi metalizate; T, Ti (la sfîrșit) — împletitură textilă neimpregnată, impregnată; I — înveliș protector exterior.

Pentru conducte de conexiuni: Tc (la început) — conductă de conexiuni pentru telecomunicații; Li — liță; B, 2B, M, 2M — înfășurări din fire de bumbac sau mătase la 1 sau 2 straturi; T — tresă din fire textile; E — lac de emailarea conductorului; Y, C — izolație sau manta de PVC, cauciuc; m — acoperire comună; F — tresă de ecranare (faradeizare); I — impregnare cu ceară de albine; L — strat de lac electroizolant.

Pentru cordoane: T — cordon de telecomunicații; A — aparat; F — fișă; Y — izolație și manta de PVC; L — fir leonic; i — împletit; s — spiralat.

**2.1.3.5. Conductoare pentru instalații electrice fixe**

| Simbolizare | $U_n, V$ | $n_c \times s_c, mm^2$ | STAS-NI        |
|-------------|----------|------------------------|----------------|
| 1           | 2        | 3                      | 4              |
| FCTi        | 750      | 1 × 0,75 ÷ 150         | STAS 526-80    |
| FCTiH       | 750      | 1 × 0,75 ÷ 150         | STAS 526-80    |
| ACTi        | 750      | 1 × 2,5 ÷ 150          | STAS 9436/3-73 |



| 1          | 2   | 3   | 4            |
|------------|-----|---|--------------|
| FSCTi — kV | 3;6 | $1 \times 1,5 \div 185$   | STAS 5647-80 |
| FsCT       | 250 | $2; 3 \times 0,75$  | STAS 1023-80 |
| FciCTi     | 250 | $1 \times 0,75$   | STAS 1023-80 |
| FciCTip    | 250 | $2 \times 0,75$   | STAS 1023-80 |
| FY         | 750 | $1 \times 1 \div 300$   | STAS 6865-80 |
| AFY        | 750 | $1 \times 2,5 \div 400$   | STAS 6865-80 |
| FYYA       | 750 | $1 \div 4 \times 1,5 \div 4$  | STAS 2552-69 |
| FPYY       | 380 | $2; 3 \times 1 \div 2,5$  | STAS 6864-76 |
| AFPPY      | 380 | $2; 3 \times 2,5; 4$  | STAS 6864-76 |
| AFPPYS     | 380 | $2 \times 2,5; 4; 3 \times 2,5; 2 \times 4;$<br>$1 \times 2,5; 3 \times 2,$ | STAS 6864-76 |

Notă. 1. Simbolizare: F — conductă pentru instalații fixe; A — (la) început — aluminiu; P — punte; p — construcție plată; S — izolație specială; s — suspendare; ci — corpuri de iluminat (cînd se utilizează și pentru suspendare, nu se mai scrie); C — izolație de cauciuc; Y, 2Y — izolație sau manta de PVC, respectiv de polietilenă; A — armătură din împletitură de oțel; T, Ti — împletitură textilă neîmpregnată, respectiv împregnată; I — rezistent la intemperii; f — flexibil; ff — foarte flexibil.

2. Încărcarea maximă admisă în regim permanent la temperatura mediului ambiant de +25°C, conform tabelului următor:

| s <sub>c</sub> ,<br>mm <sup>2</sup> | Montaj<br>în aer |     | Montaj în tub protecție; nr. conductoare: |     |     |     |          |     |     |     |
|-------------------------------------|------------------|-----|---|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|
|                                     |                  |     | 2   | 3   | 4   | 5;6 | 2        | 3   | 4   | 5;6 |
|                                     | Cu               | Al  | Cupru                                     |     |     |     | Aluminiu |     |     |     |
| 1                                   | 20               | —   | 14  | 12  | 11  | 10  | —        | —   | —   | —   |
| 1,5                                 | 25               | —   | 17  | 14  | 13  | 11  | —        | —   | —   | —   |
| 2,5                                 | 34               | 27  | 24  | 20  | 18  | 16  | 18       | 16  | 15  | 13  |
| 4                                   | 45               | 35  | 31  | 26  | 24  | 21  | 23       | 20  | 18  | 16  |
| 6                                   | 57               | 45  | 40  | 34  | 31  | 27  | 30       | 27  | 25  | 21  |
| 10                                  | 78               | 61  | 55  | 49  | 45  | 39  | 41       | 36  | 33  | 29  |
| 16                                  | 104              | 82  | 73  | 64  | 58  | 51  | 55       | 47  | 43  | 38  |
| 25                                  | 137              | 107 | 100                                       | 84  | 76  | 67  | 74       | 66  | 60  | 53  |
| 35                                  | 168              | 132 | 125                                       | 108 | 98  | 87  | 95       | 83  | 76  | 65  |
| 50                                  | 210              | 165 | 150                                       | 135 | 125 | 104 | 118      | 103 | 94  | 82  |
| 70                                  | 260              | 205 | 200                                       | 171 | 156 | 137 | 155      | 131 | 119 | 104 |
| 95                                  | 210              | 245 | 241                                       | 218 | 198 | 174 | 187      | 166 | 151 | 133 |
| 120                                 | 365              | 285 | 272                                       | 250 | 228 | 196 | 217      | 191 | 174 | 153 |
| 150                                 | 415              | 330 | 310                                       | 280 | 255 | 224 | 238      | 214 | 195 | 171 |
| 185                                 | 475              | 375 | —   | —   | —   | —   | —        | —   | —   | —   |
| 240                                 | 560              | 440 | —   | —   | —   | —   | —        | —   | —   | —   |
| 300                                 | 645              | 510 | —   | —   | —   | —   | —        | —   | —   | —   |
| 400                                 | 750              | 605 | —   | —   | —   | —   | —        | —   | —   | —   |

Pentru alte temperaturi ale mediului ambiant, se aplică, funcție de natura izolației, următorii coeficienți de corecție:

| 0, °C | +5    | +10   | +15   | +20   | +25 | +30   | +35   | +40   | +45   | +50   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| C     | 1,250 | 1,195 | 1,135 | 1,070 | 1   | 0,926 | 0,845 | 0,757 | 0,655 | 0,535 |
| Y     | 1,200 | 1,156 | 1,110 | 1,053 | 1   | 0,943 | 0,884 | 0,818 | 0,746 | 0,667 |

3. Diametrele interioare ale tuburilor care pot proteja numărul de conductoare menționat în tabelul precedent sînt arătate în § 2.5.

### 2.1.3.6. Cabluri și conducte pentru instalații electrice mobile

| Simbolizare | $U_n$ , V | $n_c \times s_c$ , mm <sup>2</sup> | STAS |
|-------------|-----------|------------------------------------|------|
| 1           | 2         | 3                                  | 4    |

#### *Cordoane pentru utilizări casnice și semiindustriale*

|       |     |   |                |
|-------|-----|---|----------------|
| MCTp  | 250 | $2 \times 0,75 \div 1,5$                                | STAS 4937-80   |
| MCT   | 250 | $2; 3 \times 0,75 \div 1,5$                             | STAS 4937-80   |
| MCTs  | 250 | $2; 3 \times 0,75 \div 1,5$                             | STAS 4937-80   |
| MCCU  | 380 | $2, 3, 4, 5 \times 0,75 \div 4$                         | STAS 1236/2-80 |
| MCCUT | 380 | $2; 3 \times 0,75; 1$                                   | STAS 1236/2-80 |
| MMCM  | 500 | $2, 3, 4, 5, 6, \times 0,75 \div 6$                     | STAS 1236/3-74 |
| MMCMT | 500 | $2, 3, 4 \times 0,75 \div 2,5$                          | STAS 1236/3-74 |
| MYUp  | 300 | $2 \times 0,35; 0,50; 0,75; 1 -$<br>$- 3 \times 0,5; 1$ | STAS 7350/2-80 |
| MYyUp | 300 | $2 \times 0,5 \div 1$                                   | STAS 7350/2-80 |
| MYyU  | 300 | $2 \times 0,75; 3 \times 0,5$                           | STAS 7350/2-80 |
| MYyM  | 300 | $2, 3, 4, 5 \times 1 \div 2,5$                          | STAS 7350/2-80 |

#### *Cordoane și cabluri pentru utilizări industriale*

|         |      |  |                |
|---------|------|--|----------------|
| MCCG    | 750  | $1 \times 1,5 \div 240 - 2, 3, 4 \times$   | STAS 1236/4-74 |
| MCCG-I  | 750  | $\times 1,5 \div 95 - 5 \times 1,5 \div 16$  | STAS 1236/4-74 |
| MCCM-Is | 500  | $2, 3, 4, 5, 6, 7 \times 0,75 \div 4$  | STAS 1236/6-74 |
| MCCG-Is | 1000 | $1 \times 1,5 \div 240 - 2, 3, 4 \times$<br>$\times 1,5 \div 95 - 5 \times 1,5 \div$<br>$\div 16 - 6; 7 \times 1,5 \div 6$ | STAS 1236/6-74 |
| MYyG    | 450  | $2, 3, 4 \times 4$   | STAS 7350/4-80 |
| MYff    | 660  | $1 \times 0,75 \div 95$  | STAS 9108-80   |

#### *Cablu de ascensoare*

|                      |     |                      |              |
|----------------------|-----|----------------------|--------------|
| MA <sub>s</sub> CTi  | 380 | $6; 18 \times 0,75$  | STAS 1237-80 |
| MA <sub>s</sub> YTIR | 380 | $26; 34 \times 0,75$ | STAS 1237-80 |

#### *Cabluri de sudură electrică*

|            |   |                        |                |
|------------|---|------------------------|----------------|
| M Sud C    | — | $1 \times 16 \div 150$ | STAS 1020/2-80 |
| M Sud C-IU | — | $1 \times 16 \div 150$ | STAS 1020/2-80 |
| M Sud CC   | — | $1 \times 16 \div 95$  | STAS 1020/2-80 |

| 1  | 2   | 3                  | 4          |
|--|-----|--------------------|------------|
| <i>Cabluri pentru pompe submersibile</i> |     |                    |            |
| MESCCI                                   | 500 | $3 \times 2,5$ ; 4 | Ni 1263-63 |

Notă. 1. Simbolizare: M (la început) — cordon sau cablu pentru instalații mobile; Y, C (a doua literă) — izolație PVC, cauciuc; C (în interior) — manta de cauciuc; T, Ti — împletitură textilă neimpregnată, impregnată; I — greu combustibil; U, M, G — execuție ușoară, mijlocie, grea; s — cauciuc special (la cablurile MCC), tresă semiîncastrată (la cordoane MCT); As — ascensor; R — fir de rezistență; p — formă plată; r — formă rotundă; Sud — sudură electrică; U — rezistent la ulei. Culoarele conductelor: conductoarele active AD — albastru deschis, N — negru, B — brun sau maron; de protecție VG — verde-galben.

2. Încărcarea maximă admisă în regim permanent, la temperatura mediului ambiant de  $+25^{\circ}\text{C}$ :

| $s_c, \text{mm}^2$ | 0,5 | 0,75 | 1  | 1,5 | 2,5 | 4  | 6  | 10 | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  |
|--------------------|-----|------|----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $n_c$              | 1   | —    | —  | —   | 40  | 50 | 65 | 90 | 120 | 160 | 190 | 235 | 290 |
|                    | 2   | 12   | 16 | 18  | 23  | 33 | 43 | 55 | 75  | 95  | 125 | 150 | 185 |
|                    | 3   | —    | 14 | 16  | 20  | 28 | 36 | 45 | 60  | 80  | 105 | 130 | 160 |

## 2.1.3.7. Cabluri și conducte pentru utilizări speciale

| Simbolul | $U_n, \text{V}$ | $n_c \times s_c, \text{mm}^2$ sau $n_c \times \varnothing_c, \text{mm}$ | STAS — NI |
|----------|-----------------|---|-----------|
| 1        | 2               | 3   | 4         |

*Cabluri și conducte pentru instalații pe autovehicule*

|       |   |                                 |              |
|-------|---|---------------------------------|--------------|
| VAY   | — | $1 \times 1,5$                  | STAS 960-80  |
| VLPY  | — | $1 \times 0,5 \div 150$         | STAS 1021-80 |
| VLPYA | — | $1 \times 0,75 \div 120$        | STAS 1021-80 |
| VLYY  | — | $3 \div 4 \times 0,75 \div 2,5$ | STAS 1021-80 |

*Cabluri navale*

## Cabluri cu izolație din cauciuc

|       |     |   |             |
|-------|-----|---|-------------|
| CNI   | 750 | $1 \times 1 \div 240$ ; $2 \div 3 \times 1 \div \div 70$ ; $4 \div 37 \times 1 \div 2,5$                      | NID 3173-72 |
| CNIff | 750 | $1 \times 1 \div 240$ ; $2 \div 3 \times 1 \times \times 70$ ; $4 \div 37 \times 1 \div 2,5$                  | NID 315E-80 |
| CNIE  | 750 | $1 \times 1 \div 95$ ; $2 \div 3 \times 1 \div 16$ ; $4 \times 1 \div 6$ ; $5 \div 19 \times 1 \div \div 2,5$ | NID 3173-72 |



| 1        | 2   | 3   | 4                          |
|----------|-----|---|----------------------------|
| CNIAr    | 750 | $1 \times 1 \div 95; 2 \div 3 \times 1 \div 16;$<br>$4 \div 12 \times 1 \div 2,5;$<br>$19 \times 1 \div 1,5$    | NID 3173-72<br>NID 3173-72 |
| CNCI     | 750 | $2, 3, 4, 5, 7, 12, 19, 27, 37,$<br>$48 \times 1$   | NID 2478-68<br>NID 235E-80 |
| CNCIE    | 750 | $2, 3, 4, 5, 7, 12, 19, 27, 37 \times 1$  |                            |
| CNC85C   | 750 | $1 \div 3 \times 1 \div 10; 4 \times 1 \div 6;$<br>$5 \div 37 \times 1 \div 2,5$                                | NID 109E-79                |
| CNC85CE  | 750 | $1 \div 3 \times 1 \div 10; 4 \times 1 \div 6;$<br>$5 \div 12 \times 1 \div 2,5;$                               | NID 109E-79                |
| CNC85CAr | 750 | $19 \times 1,5$   | NID 109E-79                |
| CNC85Cff | 750 | $1 \times 1 \div 240; 2 \div 3 \times 1 \div$<br>$\div 95; 4 \times 1 \div 6;$<br>$5 \div 37 \times 1 \div 2,5$ | NID 109E-79                |

## Cabluri cu izolație din PVC

|          |     |  |                            |
|----------|-----|--|----------------------------|
| CNYY     | 750 | $1 \times 1 \div 240; 2 \div 3 \times 1 \div$<br>$\div 120; 4 \times 1 \div 16;$ | NTR 211E-81<br>NTR 211E-81 |
| CNYYAr   | 750 | $5 \div 19 \times 1 \div 2,5$  |                            |
| CNfYY    | 750 | $1 \times 1 \div 240; 2 \div 3 \times 1 \div$<br>$\div 120; 4 \times 1 \div 16;$ | NTR 211E-81<br>NTR 211E-81 |
| CNYYEY   | 750 | $5 \div 19 \times 1 \div 2,5$  |                            |
| CNYY-F   | 750 | $1 \times 1 \div 240; 2 \div 3 \times 1 \div$<br>$\div 120; 4 \times 1 \div 16;$ | NTR 211E-81<br>NTR 211E-81 |
| CNYYAr-F | 750 | $5 \div 19 \times 1 \div 2,5$  |                            |
| CNfYY-F  | 750 | $1 \times 1 \div 240; 2 \div 3 \times 1 \div$<br>$\div 120; 4 \times 1 \div 16;$ | NTR 221E-81<br>NTR 211E-81 |
| CNYYEY-F | 750 | $5 \div 19 \times 1 \div 2,5$  |                            |

## [Cabluri miniere

|          |      |   |                  |
|----------|------|---|------------------|
| CMCCGCEf | 1000 | $3 + 3/(3E) - 2,5 \div 95$  |                  |
|          | 6000 | $3 + 3/(3E) - 6 \div 95$  | NID 6069/5 GE-79 |
| CMCCGCEf |      | — com, — pentru perforare —   |                  |
|          |      | $3 \times 4 + 3 \times 4/3E + 3 \times 2,5$                                       | E-6069/1-83      |
| CMCCGCEf |      | — pentru combina — $3 \times 25 +$<br>$+ 16/4E + 3 \times 25 + 1 \times 25$ com;  |                  |
|          |      | $3 \times 25 \div 95 + 16 \div 50/4E + 7 \times$<br>$\times 2,5 + 1 \times 4$ com | E-6069/1-83      |

## Cabluri pentru AMG

|              |                 |                       |            |
|--------------|-----------------|-----------------------|------------|
| CT Cu-Const  | $2 \times 1,38$ | — pentru termocupluri | NID 318    |
| CT Fe-Const  | $2 \times 1,38$ | — pentru termocupluri | NID 318    |
| CTP Cu-Const | $2 \times 1,50$ | — pentru termocupluri | NID 318    |
| CTP Fe-Const | $2 \times 1,50$ | — pentru termocupluri | NID 318    |
| C2YY-pH      | $2 \times 0,75$ | — pentru pH-metre     | CS 5018-78 |

| 1         | 2   | 3 | 4              |
|-----------|---|---|----------------|
| TDYY-F-G  | 4 × 0,75 — pentru debitmetre electromagnetice |   | NTRG 80-82     |
| A2YSEY-EF | 1 × 70 — 110 kV c.c. — pentru electrofiltre   |   | NTRE 3057/1-83 |

**Simbolizare:** Pentru autovehicule: V — conducte pe autovehicule; A — (a doua literă) aprindere; L — lumină; P — pornire; C — izolație sau manta de cauciuc; Y — idem, de PVC; A — armătură.

Pentru nave: CN — cabluri navale; I — neinflamabil; E — ecran; Ar — armat; ff — foarte flexibil; F — cu întârziere mărită la propagarea flăcării; C (la mijloc) — izolație de cauciuc; Y — izolație și manta de PVC; f — flexibil.

Pentru mine: CM — cabluri miniere; CCG — izolație și manta cu întârziere la propagarea flăcării și rezistent la ulei în execuție grea; CE — conductor concentric de legare la pământ din cupru, aplicat în jurul fiecărui conductor de fază, peste izolație; f — flexibil; com — conductor auxiliar de comandă din cupru.

### 2.1.3.8. Conductoare torsadate izolate TYIR

| Caracteristicile conductoarelor:<br>număr, secțiuni — mm <sup>2</sup> , material | Domeniile de utilizare   |
|--|--|
| 1  | 2  |
| 2; 4 × 10; 16 Al ru  | Branșamente monofazate, respectiv trifazate, pozate pe fațadele clădirilor               |
| 2; 4 × 10 Al rm  |  |
| 3 × 25 Al ru + 16 Al ru  | Idem + pe console de acoperiș  |
| 2; 4 × 16 Al rm  |  |
| 3 × 25 Al rm + 16 Al rm  |  |
| 50 OL-Al + 16; 25 Al ru  | Rețele monofazate  |
| 50 OL-Al + 25 Al rm  | respectiv trifazate de distribuție la abonați sau iluminat public, pozate pe:            |
| 50 OL-Al + 3 × 25; 35 Al ru  | fațadele clădirilor  |
| 50 OL-Al + 16; Al ru   | idem, sau  |
| 50 OL-Al + 3 × 16 Al ru  | stilpi de  |
| 50 OL-Al + 3 × 16 ÷ 70 Al rm   | LEA  |
| 50 OL-Al + 25 Al ru + 16; 25 Al ru   | Fascicul comun la  |
| 50 OL-Al + 16; 25 Al rm + 16; 25 Al rm   | rețele monofazate, respectiv trifazate de distribuție la abonat sau iluminat, pozate pe: |
| 50 OL-Al + 3 × 16 ÷ 70 Al rm + 16 Al rm  | fațade   |
| 50 OL-Al + 3 × 25 ÷ 70 Al rm + 3 × 16 Al rm                                      | fațade   |
| 50 OL-Al + 3 × 35 ÷ 70 Al rm + 3 × 25 Al rm                                      | clădiri  |
| 50 OL-Al + 3 × 50; 70 Al rm + 3 × 35 Al rm                                       | sau stâlpi   |

| 1  | 2  |
|--|--|
| 50 OL-Al + 3 × 16 ÷ 50 Al rm +<br>+ 2 × 16 Al rm | Idem, trifazate de distribuție<br>și bifazate sau monofazate de<br>iluminat public |

Notă. 1. NI-CS 1/75;  $U_n = 1000$  V.

2. Simbolizare: T — fascicul de conductoare torsiadate; Y — izolație PVC; I — rezistent la intemperii; R — rezistent la ardere; Al — conductor de aluminiu; OL-Al — conductor de oțel-aluminiu; rm — rotund unifilar; rm — rotund multifilar.

### 2.1.4. Conductoare neizolate

#### 2.1.4.1. Conductoare neizolate pentru linii electrice aeriene

| $s_c$<br>mm <sup>2</sup> | Fire<br>cond. | $d_c$<br>mm | $F_r$<br>daN | $M_0$<br>kg/km | $r_0$<br>Ω/km | $I_{ad}, A$ la 25° |      |
|--------------------------|---------------|-------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------|
|                          |               |             |              |                |               | int.               | ext. |
| 1                        | 2             | 3           | 4            | 5              | 6             | 7                  | 8    |

#### Conductoare din cupru — CS 404-75

|     |    |      |       |      |       |     |      |
|-----|----|------|-------|------|-------|-----|------|
| 6   | 1  | 2,7  | 228   | 52   | 3,059 | 50  | 70   |
| 10  | 1  | 3,5  | 379   | 87   | 1,839 | 80  | 95   |
| 10  | 7  | 4,0  | 360   | 89   | 1,899 | 80  | 95   |
| 16  | 1  | 4,7  | 588   | 142  | 1,126 | 100 | 130  |
| 16  | 7  | 5,0  | 575   | 142  | 1,184 | 100 | 130  |
| 25  | 7  | 6,3  | 907   | 224  | 0,751 | 140 | 180  |
| 35  | 7  | 7,5  | 1251  | 309  | 0,544 | 170 | 220  |
| 35  | 19 | 7,5  | 1258  | 312  | 0,543 | 170 | 220  |
| 50  | 19 | 9,0  | 1807  | 448  | 0,378 | 215 | 270  |
| 70  | 19 | 10,7 | 2631  | 628  | 0,270 | 270 | 340  |
| 95  | 19 | 12,5 | 3395  | 842  | 0,201 | 335 | 415  |
| 120 | 37 | 14,1 | 4340  | 1028 | 0,157 | 393 | 485  |
| 150 | 37 | 15,7 | 5394  | 1339 | 0,126 | 465 | 570  |
| 185 | 37 | 17,4 | 6612  | 1642 | 0,103 | 530 | 640  |
| 240 | 37 | 19,9 | 8734  | 2169 | 0,078 | 635 | 760  |
| 240 | 61 | 19,9 | 8657  | 2153 | 0,079 | 635 | 760  |
| 300 | 61 | 20,2 | 10811 | 2686 | 0,063 | 740 | 880  |
| 400 | 61 | —    | —     | —    | —     | 895 | 1050 |

#### Conductoare de aluminiu — STAS 3032-80

|    |   |     |     |    |       |     |     |
|----|---|-----|-----|----|-------|-----|-----|
| 16 | 7 | 5,1 | 290 | 44 | 1,802 | 75  | —   |
| 25 | 7 | 6,3 | 425 | 67 | 1,181 | 105 | —   |
| 35 | 7 | 7,5 | 585 | 94 | 0,833 | 130 | 170 |



| 1   | 2  | 3    | 4    | 5   | 6     | 7   | 8   |
|-----|----|------|------|-----|-------|-----|-----|
| 50  | 7  | 9,0  | 810  | 135 | 0,579 | 165 | 215 |
| 50  | 19 | 9,0  | 860  | 133 | 0,595 | 165 | 215 |
| 70  | 19 | 10,5 | 1150 | 181 | 0,437 | 210 | 265 |
| 95  | 19 | 12,5 | 1595 | 256 | 0,303 | 255 | 320 |
| 120 | 19 | 14,0 | 1910 | 322 | 0,246 | 300 | 375 |
| 150 | 37 | 15,7 | 2570 | 406 | 0,196 | 355 | 440 |
| 185 | 37 | 17,5 | 3105 | 501 | 0,159 | 410 | 500 |
| 240 | 61 | 20,2 | 4015 | 670 | 0,119 | 490 | 590 |
| 300 | 61 | 22,5 | 4850 | 827 | 0,097 | 570 | 780 |

*Conductoare de oțel zincat, categoria A — STAS 3734-71*

|     |    |       |      |      |       |   |     |
|-----|----|-------|------|------|-------|---|-----|
| 16  | 7  | 5,1   | 588  | 127  | 8,800 | — | 75  |
| 25  | 7  | 6,3   | 592  | 194  | 5,800 | — | 100 |
| 35  | 7  | 7,5   | 1269 | 275  | 4,100 | — | 135 |
| 50  | 7  | 9,0   | 1823 | 396  | 2,800 | — | 165 |
| 50  | 19 | 9,0   | 1784 | 386  | 2,900 | — | 165 |
| 70  | 19 | 10,5  | 2420 | 528  | 2,100 | — | 210 |
| 95  | 19 | 12,5  | 3440 | 750  | 1,500 | — | 260 |
| 95  | 37 | 12,6  | 3469 | 751  | 1,500 | — | 260 |
| 120 | 19 | 14,0  | 4312 | 940  | 1,200 | — | —   |
| 120 | 37 | 14,0  | 4283 | 935  | 1,200 | — | —   |
| 150 | 37 | 15,80 | 5353 | 1185 | 1,00  | — | —   |
| 185 | 37 | 17,4  | 6693 | 1460 | 0,800 | — | —   |

*Conductoare de oțel zincat, categoria B — STAS 3734-71*

|     |    |      |       |      |      |   |     |
|-----|----|------|-------|------|------|---|-----|
| 16  | 7  | 5,1  | 1764  | 127  | 16,0 | — | 75  |
| 25  | 7  | 6,3  | 2670  | 194  | 10,0 | — | 100 |
| 35  | 7  | 7,5  | 2802  | 275  | 7,3  | — | 135 |
| 50  | 19 | 9,0  | 5341  | 386  | 5,2  | — | 165 |
| 70  | 19 | 10,5 | 7276  | 528  | 3,8  | — | 210 |
| 95  | 37 | 12,6 | 10393 | 751  | 2,7  | — | 260 |
| 120 | 37 | 14,0 | 12804 | 935  | 2,2  | — | —   |
| 150 | 37 | 15,8 | 16307 | 1185 | 1,7  | — | —   |
| 185 | 37 | 17,4 | 21090 | 1460 | 1,4  | — | —   |

*Conductoare de oțel zincat, categoria C — STAS 3734-71*

|     |    |      |       |      |      |   |     |
|-----|----|------|-------|------|------|---|-----|
| 16  | 7  | 5,1  | 2058  | 127  | 16,0 | — | 75  |
| 25  | 7  | 6,3  | 3116  | 194  | 10,0 | — | 100 |
| 35  | 7  | 7,5  | 4420  | 275  | 7,3  | — | 135 |
| 50  | 19 | 9,0  | 6243  | 386  | 5,2  | — | 165 |
| 70  | 19 | 10,5 | 8457  | 528  | 3,8  | — | 210 |
| 95  | 37 | 12,6 | 12162 | 751  | 2,7  | — | 260 |
| 120 | 37 | 14,0 | 15014 | 935  | 2,2  | — | —   |
| 150 | 37 | 15,8 | 18973 | 1185 | 1,7  | — | —   |
| 185 | 37 | 17,4 | 23407 | 1460 | 1,4  | — | —   |

| 1   | 2     | 3    | 4     | 5    | 6     | 7   | 8   |
|---|-------|------|-------|------|-------|-----|-----|
| <i>Conductoare de oțel-aluminiu normal — STAS 3000-80</i> |       |      |       |      |       |     |     |
| 25/4  | 6+1   | 6,8  | 896   | 97   | 1,202 | 100 | 130 |
| 35/6  | 6+1   | 8,1  | 1234  | 139  | 0,830 | 135 | 170 |
| 50/8  | 6+1   | 9,6  | 1710  | 195  | 0,594 | 165 | 210 |
| 70/12   | 26+7  | 11,6 | 2520  | 272  | 0,457 | 210 | 265 |
| 95/15   | 26+7  | 13,4 | 3375  | 366  | 0,321 | 260 | 330 |
| 120/21  | 26+7  | 15,7 | 4560  | 503  | 0,236 | 305 | 380 |
| 185/32  | 26+7  | 19,2 | 6620  | 757  | 0,157 | 475 | 510 |
| 240/40  | 26+7  | 21,7 | 8580  | 968  | 0,122 | 505 | 610 |
| 300/50  | 26+7  | 24,2 | 10660 | 1205 | 0,098 | 548 | 690 |
| 450/75  | 63+19 | 27,3 | 16150 | 1628 | 0,066 | —   | —   |
| 680/85  | 54+19 | 36,0 | 21040 | 2570 | 0,043 | —   | —   |

*Conductoare de oțel-aluminiu întărit — STAS 3000-80*

|        |       |      |       |      |       |     |     |
|--------|-------|------|-------|------|-------|-----|-----|
| 95/22  | 12+7  | 16,0 | 7965  | 712  | 0,300 | 260 | 330 |
| 380/69 | 30+19 | 25,2 | 13170 | 1390 | 0,096 | 585 | 690 |
| 450/97 | 68+19 | 30,2 | 17500 | 2016 | 0,065 | —   | —   |

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabelului :  $s_c$  — secțiunea conductorului;  $F_r$  — forța de rupere;  $I_{ad}$  — curentul maxim admis. Pentru conductoarele OL-Al se dă: în coloana 1, raportul Al/OL, iar în coloana 2, suma Al+OL.

2. Reactanțele liniilor electrice aeriene cu conductoare neizolate (valori medii), pentru secțiunea conductorului, în  $\text{mm}^2$ :

| $a_{med}; I$ | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 250 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 1            | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10  | 11  |

| mm   | <i>Conductoare de cupru sau aluminiu (<math>10^{-3} \Omega/\text{km}</math>)</i> |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 400  | 333  | 319 | 308 | 297 | 283 | 274 | —   | —   | —   | — |
| 600  | 358  | 345 | 336 | 325 | 309 | 300 | 292 | 287 | 280 | — |
| 800  | 377  | 363 | 352 | 341 | 327 | 318 | 310 | 305 | 298 | — |
| 1000 | 391  | 377 | 366 | 355 | 341 | 332 | 324 | 319 | 313 | — |
| 1250 | 405  | 391 | 380 | 369 | 355 | 346 | 338 | 335 | 327 | — |
| 1500 | 416  | 402 | 391 | 380 | 366 | 357 | 349 | 344 | 338 | — |

| mm   | <i>Conductoare de oțel-aluminiu (<math>10^{-3} \Omega/\text{km}</math>)</i> |   |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1500 | —   | — | 385 | 374 | 364 | 353 | 347 | 340 | —   | —   |
| 2000 | —   | — | 403 | 392 | 382 | 371 | 365 | 358 | —   | —   |
| 2500 | —   | — | 417 | 406 | 396 | 385 | 379 | 372 | 365 | 357 |
| 3000 | —   | — | 429 | 418 | 408 | 397 | 391 | 384 | 377 | 369 |

| 1  | 2                                     | 3    | 4    | 5    | 6   | 7   | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|---------------------------------------|------|------|------|-----|-----|---|---|----|----|
| Conductoare de oțel ( $10^{-3} \Omega/\text{km}$ ) |                                       |      |      |      |     |     |   |   |    |    |
| A  | $x'_0$ — reactanța inductivă internă  |      |      |      |     |     |   |   |    |    |
| 1  | —                                     | 540  | 330  | 230  | 160 | 80  | — | — | —  | —  |
| 5  | —                                     | 630  | 400  | 260  | 180 | 80  | — | — | —  | —  |
| 10   | —                                     | 930  | 550  | 300  | 210 | 80  | — | — | —  | —  |
| 15   | —                                     | 1330 | 750  | 350  | 230 | 80  | — | — | —  | —  |
| 20   | —                                     | 1630 | 1040 | 420  | 250 | 90  | — | — | —  | —  |
| 30   | —                                     | 2010 | 1050 | 590  | 300 | 90  | — | — | —  | —  |
| 40   | —                                     | 2090 | 1690 | 800  | 370 | 100 | — | — | —  | —  |
| 50   | —                                     | 2070 | 1720 | 1000 | 450 | 110 | — | — | —  | —  |
| 75   | —                                     | 1850 | 1600 | 1140 | 680 | 140 | — | — | —  | —  |
| 100  | —                                     | 1670 | 1430 | 1130 | 730 | 230 | — | — | —  | —  |
| 150  | —                                     | —    | 1270 | 950  | 730 | 340 | — | — | —  | —  |
| 200  | —                                     | —    | —    | —    | 690 | 350 | — | — | —  | —  |
| mm   | $x''_0$ — reactanța inductivă externă |      |      |      |     |     |   |   |    |    |
| 400  | —                                     | 311  | 290  | 281  | —   | —   | — | — | —  | —  |
| 600  | —                                     | 336  | 317  | 308  | 295 | —   | — | — | —  | —  |
| 800  | —                                     | 354  | 333  | 324  | 311 | 303 | — | — | —  | —  |
| 1000   | —                                     | 368  | 347  | 338  | 325 | 317 | — | — | —  | —  |
| 1250   | —                                     | 381  | 361  | 352  | 339 | 331 | — | — | —  | —  |
| 1500   | —                                     | 393  | 372  | 363  | 350 | 342 | — | — | —  | —  |
| 2000   | —                                     | 412  | 391  | 382  | 369 | 361 | — | — | —  | —  |
| 2500   | —                                     | 426  | 405  | 396  | 389 | 376 | — | — | —  | —  |
| 3000   | —                                     | 437  | 416  | 407  | 394 | 386 | — | — | —  | —  |

## 2.1.4.2. Bare neizolate

| Dimensiuni,<br>mm | Masa,<br>kg/m | $n_b$<br>pol | $I_{ad}$ , A |      | Dimensiuni,<br>mm | Masa,<br>kg/m | $n_b$<br>pol | $I_{ad}$ , A |      |
|-------------------|---------------|--------------|--------------|------|-------------------|---------------|--------------|--------------|------|
|                   |               |              | c.c.         | c.a. |                   |               |              | c.c.         | c.a. |
| 1                 | 2             | 3            | 4            | 5    | 6                 | 7             | 8            | 9            | 10   |

## Bare de cupru

## Bare dreptunghiulare

|         |      |   |      |      |
|---------|------|---|------|------|
| 20 × 3  | 0,53 | 1 | 290  | 295  |
| 20 × 5  | 0,89 | 1 | 385  | 390  |
| 25 × 5  | 1,11 | 1 | 465  | 470  |
| 30 × 5  | 1,34 | 1 | 530  | 540  |
| 40 × 5  | 1,78 | 1 | 710  | 715  |
|         | 3,56 | 2 | 1180 | 1215 |
| 40 × 10 | 3,56 | 1 | 1000 | 1025 |
|         | 7,12 | 2 | 1770 | 1830 |

## Bare rotunde

|    |       |   |     |     |
|----|-------|---|-----|-----|
| 6  | 0,252 | 1 | 140 | 140 |
| 7  | 0,343 | 1 | 180 | 180 |
| 8  | 0,447 | 1 | 215 | 215 |
| 10 | 0,699 | 1 | 300 | 300 |
| 12 | 1,007 | 1 | 385 | 385 |
| 14 | 1,370 | 1 | 465 | 465 |
| 16 | 1,790 | 1 | 565 | 570 |
| 18 | 2,265 | 1 | 665 | 670 |



| 1        | 2     | 3 | 4    | 5    | 6                    | 7      | 8 | 9    | 10   |
|----------|-------|---|------|------|----------------------|--------|---|------|------|
| 50 × 5   | 2,23  | 1 | 850  | 870  | 20                   | 2,800  | 1 | 770  | 775  |
|          | 4,46  | 2 | 1410 | 1500 | 22                   | 3,380  | 1 | 885  | 895  |
| 50 × 10  | 4,45  | 1 | 1215 | 1260 | 26                   | 4,370  | 1 | 1065 | 1080 |
|          | 8,90  | 2 | 2125 | 2240 | 28                   | 5,480  | 1 | 1225 | 1360 |
| 60 × 5   | 2,67  | 1 | 1000 | 1025 | 30                   | 6,291  | 1 | 1340 | 1380 |
|          | 5,34  | 2 | 1685 | 1770 | 32                   | 7,158  | 1 | 1440 | 1540 |
|          | 8,01  | 3 | 2300 | 2475 | 35                   | 8,563  | 1 | 1640 | 1770 |
| 60 × 10  | 5,34  | 1 | 1415 | 1475 | 38                   | 10,100 | 1 | 1810 | 1940 |
|          | 10,68 | 2 | 2475 | 2595 | 40                   | 11,180 | 1 | 1925 | 2090 |
|          | 16,02 | 3 | 3305 | 3540 | 45                   | 14,150 | 1 | 2220 | 2470 |
| 80 × 5   | 3,55  | 1 | 1260 | 1300 | <i>Bare tubulare</i> |        |   |      |      |
|          | 7,10  | 2 | 2240 | 2360 |                      |        |   |      |      |
|          | 10,65 | 3 | 2950 | 3185 | 20/24                | 1,23   | 1 | 600  | 600  |
| 80 × 10  | 7,12  | 1 | 1840 | 1970 | 22/26                | 1,43   | 1 | 650  | 650  |
|          | 14,24 | 2 | 2950 | 3305 | 25/30                | 1,93   | 1 | 830  | 830  |
|          | 21,36 | 3 | 3895 | 4600 | 28/34                | 2,20   | 1 | 925  | 925  |
| 100 × 5  | 4,45  | 1 | 1590 | 1650 | 35/40                | 2,62   | 1 | 1100 | 1100 |
|          | 9,90  | 2 | 2715 | 2950 | 40/45                | 2,98   | 1 | 1200 | 1200 |
|          | 13,35 | 3 | 3540 | 4010 | 45/50                | 3,32   | 1 | 1330 | 1330 |
| 100 × 10 | 8,90  | 1 | 2215 | 2360 | 50/55                | 3,67   | 1 | 1380 | 1380 |
|          | 17,80 | 2 | 3655 | 4245 | 55/60                | 4,04   | 1 | 1585 | 1585 |
|          | 26,70 | 3 | 4720 | 5780 | 62/70                | 7,38   | 1 | 2295 | 2295 |
|          | 35,60 | 4 | 6370 | 7315 | 72/80                | 8,49   | 1 | 2610 | 2610 |

*Bare de aluminiu**Bare dreptunghiulare**Bare rotunde*

|         |       |   |      |      |    |       |   |      |      |
|---------|-------|---|------|------|----|-------|---|------|------|
| 20 × 3  | 0,162 | 1 | 225  | 230  | 6  | 0,077 | 1 | 115  | 115  |
| 20 × 5  | 0,162 | 1 | 300  | 310  | 7  | 0,077 | 1 | 140  | 140  |
| 30 × 3  | 0,243 | 1 | 325  | 335  | 8  | 0,136 | 1 | 170  | 170  |
| 30 × 5  | 0,405 | 1 | 415  | 435  | 10 | 0,212 | 1 | 230  | 230  |
| 40 × 5  | 0,540 | 1 | 530  | 555  | 12 | 0,305 | 1 | 305  | 305  |
|         | 1,080 | 2 | 920  | 955  | 14 | 0,416 | 1 | 370  | 370  |
| 40 × 10 | 1,080 | 1 | 770  | 805  | 16 | 0,543 | 1 | 450  | 450  |
|         | 2,160 | 2 | 1380 | 1425 | 18 | 0,687 | 1 | 530  | 530  |
| 50 × 5  | 0,675 | 1 | 645  | 680  | 20 | 0,848 | 1 | 615  | 620  |
|         | 1,350 | 2 | 1115 | 1175 | 22 | 1,030 | 1 | 700  | 705  |
| 50 × 10 | 1,350 | 1 | 940  | 975  | 25 | 1,330 | 1 | 840  | 855  |
|         | 2,700 | 2 | 1660 | 1750 | 28 | 1,660 | 1 | 975  | 1000 |
| 60 × 5  | 0,810 | 1 | 770  | 805  | 30 | 1,910 | 1 | 1065 | 1100 |
|         | 1,620 | 2 | 1335 | 1390 | 35 | 2,600 | 1 | 1300 | 1380 |
| 60 × 10 | 1,620 | 1 | 1105 | 1150 | 38 | 3,060 | 1 | 1435 | 1540 |
|         | 3,240 | 2 | 1930 | 2000 | 40 | 3,390 | 1 | 1530 | 1660 |
|         | 4,860 | 3 | 2620 | 2875 | 45 | 4,290 | 1 | 1750 | 1960 |

| 1        | 2      | 3 | 4    | 5    | 6                    | 7     | 8 | 9    | 10   |
|----------|--------|---|------|------|----------------------|-------|---|------|------|
| 80 × 5   | 1,080  | 1 | 1010 | 1045 | <i>Bare tubulare</i> |       |   |      |      |
|          | 2,160  | 2 | 1725 | 1840 |                      |       |   |      |      |
|          | 3,240  | 3 | 2300 | 2530 |                      |       |   |      |      |
|          | 4,320  | 4 | 2990 | 3220 |                      |       |   |      |      |
| 80 × 10  | 2,160  | 1 | 1436 | 1496 | 20/30                | 0,475 | 1 | 575  | 575  |
|          | 4,320  | 2 | 2460 | 2645 | 25/30                | 0,583 | 1 | 640  | 640  |
|          | 6,480  | 3 | 3290 | 3680 | 30/40                | 0,645 | 1 | 765  | 765  |
|          | 8,640  | 4 | 4370 | 4715 | 35/40                | 0,795 | 1 | 850  | 850  |
| 100 × 10 | 2,700  | 1 | 1750 | 1815 | 40/45                | 0,901 | 1 | 935  | 935  |
|          | 5,400  | 2 | 2930 | 3220 | 45/50                | 1,010 | 1 | 1040 | 1040 |
|          | 8,100  | 3 | 3910 | 4485 | 50/55                | 1,110 | 1 | 1145 | 1145 |
|          | 10,800 | 4 | 4945 | 5750 | 54/60                | 1,450 | 1 | 1310 | 1310 |
|          |        |   |      |      | 64/70                | 1,700 | 1 | 1545 | 1545 |
|          |        |   |      |      | 74/80                | 1,960 | 1 | 1770 | 1770 |

*Bare de oțel**Bare dreptunghiulare*

|         |      |   |     |     |
|---------|------|---|-----|-----|
| 20 × 3  | 0,47 | 1 | 65  | 100 |
| 25 × 3  | 0,59 | 1 | 80  | 120 |
| 30 × 3  | 0,71 | 1 | 95  | 140 |
| 40 × 3  | 0,94 | 1 | 125 | 190 |
| 50 × 3  | 1,18 | 1 | 155 | 230 |
| 60 × 3  | 1,41 | 1 | 185 | 280 |
| 70 × 3  | 1,65 | 1 | 215 | 320 |
| 80 × 3  | 1,88 | 1 | 245 | 365 |
| 90 × 3  | 2,12 | 1 | 275 | 410 |
| 100 × 3 | 2,33 | 1 | 305 | 460 |
| 20 × 4  | 0,65 | 1 | 70  | 115 |
| 25 × 4  | 0,78 | 1 | 85  | 140 |
| 30 × 4  | 0,94 | 1 | 100 | 165 |
| 40 × 4  | 1,26 | 1 | 130 | 224 |
| 50 × 4  | 1,57 | 1 | 165 | 270 |
| 60 × 4  | 1,88 | 1 | 195 | 325 |
| 70 × 4  | 2,20 | 1 | 225 | 375 |
| 80 × 4  | 2,51 | 1 | 260 | 430 |
| 90 × 4  | 2,83 | 1 | 290 | 490 |
| 100 × 4 | 3,14 | 1 | 325 | 535 |

*Bare din oțel cornier*

|             |      |   |     |     |
|-------------|------|---|-----|-----|
| 25 × 25 × 3 | 1,18 | 1 | 155 | 233 |
| 30 × 30 × 3 | 1,87 | 1 | 194 | 320 |
| 40 × 40 × 4 | 2,54 | 1 | 260 | 430 |
| 45 × 45 × 5 | 3,12 | 1 | 278 | 278 |
| 50 × 50 × 5 | 3,96 | 1 | 345 | 596 |
| 50 × 50 × 6 | 4,60 | 1 | 347 | 640 |

*Bare rotunde*

|    |       |   |     |     |
|----|-------|---|-----|-----|
| 8  | 0,395 | 1 | 48  | 48  |
| 10 | 0,617 | 1 | 57  | 57  |
| 12 | 0,888 | 1 | 67  | 67  |
| 14 | 1,210 | 1 | 81  | 81  |
| 16 | 1,580 | 1 | 95  | 95  |
| 18 | 2,000 | 1 | 100 | 100 |
| 20 | 2,470 | 1 | 124 | 124 |
| 22 | 2,980 | 1 | 132 | 132 |
| 25 | 3,800 | 1 | 147 | 147 |
| 30 | 5,550 | 1 | 172 | 172 |

*Bare tubulare*

|            |       |   |     |     |
|------------|-------|---|-----|-----|
| 13,50/2,25 | 0,624 | 1 | 75  | 75  |
| 17,00/2,25 | 0,819 | 1 | 90  | 90  |
| 21,25/2,75 | 1,250 | 1 | 118 | 118 |
| 26,75/2,75 | 1,630 | 1 | 145 | 145 |
| 33,50/3,25 | 2,420 | 1 | 180 | 180 |
| 42,25/3,25 | 3,130 | 1 | 220 | 220 |
| 48,25/3,50 | 3,860 | 1 | 255 | 255 |
| 60,00/3,75 | 5,200 | 1 | 320 | 320 |
| 75,50/3,75 | 6,640 | 1 | 390 | 390 |
| 80,25/4,00 | 7,640 | 1 | 455 | 455 |

*Șină de cale ferată*

## Profil

|    |        |   |     |     |
|----|--------|---|-----|-----|
| 7  | 7,000  | 1 | 390 | 390 |
| 9  | 9,300  | 1 | 410 | 410 |
| 11 | 10,900 | 1 | 510 | 510 |

| 1       | 2    | 3 | 4   | 5    | 6  | 7      | 8 | 9   | 10  |
|---------|------|---|-----|------|----|--------|---|-----|-----|
| 60×60×6 | 5,69 | 1 | 416 | 776  | 14 | 14,720 | 1 | 560 | 560 |
| 60×60×8 | 7,44 | 1 | 431 | 887  | 18 | 17,650 | 1 | 625 | 625 |
| 80×80×8 | 9,66 | 1 | 619 | 1340 | 24 | 23,600 | 1 | 720 | 720 |

**Notă. 1. IMPORTANT !** Înainte de stabilirea curentului maxim, admis în bare, valorile din tabel (date pentru: temperatura mediului ambiant de +25°C, altitudinea maximă de 1000 m, montaj pe muchie la distanțe una de alta conform fig. 2.2), pe traseu orizontal și vopsite) vor fi corectate, funcție de alte condiții de pozare, prin înmulțirea lor cu următorii coeficienți:



Fig. 2.2. Distanțe minime între bare legate în paralel:

a – un singur pachet;  
b – două pachete.

$$k_b = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6, \quad (2.4)$$

în care:  $k_1$  – corecția de temperatură a mediului ambiant

| $\theta, ^\circ\text{C}$ | +5  | +15  | +25 | +35  | +45  | +55  |
|--------------------------|-----|------|-----|------|------|------|
| $k_1$                    | 1,2 | 1,11 | 1   | 0,88 | 0,75 | 0,58 |

$k_2$  – corecție de răcire forțată

| $v, \text{m/s}$ | 1    | 2    | 5    | 7    | 9    | 10  |
|-----------------|------|------|------|------|------|-----|
| $k_2$           | 1,45 | 1,77 | 2,02 | 2,24 | 2,42 | 2,5 |

$k_3$  – corecție la montarea barelor pe lat; valori

| nr. bare       | 1      | 2      | 3                | 4           |
|----------------|--------|--------|------------------|-------------|
| $l, \text{mm}$ | 50÷200 | 50÷200 | 50÷80    100÷120 | 160    200  |
| $k_3$          | 0,90   | 0,85   | 0,85    0,80     | 0,75    0,7 |

–  $k_4 = 0,85$  – corecție de traseu vertical mai lung de 3 m;

–  $k_5 = 1000/(9000 + H)$  – corecție de altitudine mai mare de 1000 m, unde  $H$  se ia în m;



—  $k_6$  — corecție pentru bare nevopsite,  $k_7$  — corecție funcție de numărul de bare pe pol (aplicată numai la barele din oțel); valori:

| $n_0/\text{pol}$ | 1   | 2    | 3    | 2 + 2 | 4   |
|------------------|-----|------|------|-------|-----|
| $k_6$            | 0,8 | 0,84 | 0,87 | 0,9   | —   |
| $k_7$ c.a.       | —   | 1,65 | 2,00 | —     | 2,5 |
| c.c.             | —   | 1,70 | 2,40 | —     | 3,5 |

2. *Rezistențele specifice la temperatura de +65°C și reactanțele inductive specifice pentru barele de secțiune dreptunghiulară:*

| $a \times b$<br>mm | $r_0$ , mΩ/m |       | $x_0$ , mΩ/m pentru $a_{med}$ în mm: |       |       |       |
|--------------------|--------------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                    | Cu           | Al    | 100                                  | 150   | 200   | 300   |
| 25 × 5             | 0,161        | 0,285 | 0,179                                | 0,200 | 0,295 | 0,244 |
| 30 × 5             | 0,134        | 0,237 | 0,163                                | 0,189 | 0,206 | 0,235 |
| 40 × 5             | 0,100        | 0,177 | 0,145                                | 0,170 | 0,189 | 0,214 |
| 40 × 10            | 0,050        | 0,086 | 0,145                                | 0,170 | 0,189 | 0,214 |
| 50 × 5             | 0,080        | 0,142 | 0,137                                | 0,157 | 0,180 | 0,200 |
| 50 × 10            | 0,040        | 0,071 | 0,137                                | 0,157 | 0,180 | 0,200 |
| 60 × 5             | 0,071        | 0,119 | 0,120                                | 0,195 | 0,163 | 0,189 |
| 60 × 10            | 0,035        | 0,059 | 0,120                                | 0,195 | 0,163 | 0,189 |
| 80 × 5             | 0,050        | 0,090 | 0,102                                | 0,126 | 0,145 | 0,170 |
| 80 × 10            | 0,025        | 0,054 | 0,102                                | 0,126 | 0,145 | 0,170 |
| 100 × 5            | 0,040        | 0,071 | 0,090                                | 0,113 | 0,133 | 0,157 |
| 100 × 10           | 0,020        | 0,031 | 0,090                                | 0,113 | 0,133 | 0,157 |

În acest tabel  $a_{med} = \sqrt[3]{a_{12}a_{13}a_{23}}$  este distanța medie geometrică dintre bare.

### 2.1.5. Conductoare ionice (soluții apoase)

Rezistivitatea unei soluții de sodă funcție de temperatură și concentrație, în MΩmm<sup>2</sup>/mm:

| °C \ % | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80   | 90    | 100  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 0      | 19,60 | 16,20 | 13,90 | 12,30 | 11,10 | 10,00 | 9,00 | 8,30  | 7,60 |
| 0,1    | 8,80  | 7,20  | 6,00  | 5,10  | 4,30  | 3,80  | 3,80 | 3,00  | 2,80 |
| 0,5    | 1,60  | 1,40  | 1,20  | 0,98  | 0,84  | 0,72  | 0,63 | 0,56  | 0,51 |
| 1      | 1,20  | 1,00  | 0,88  | 0,76  | 0,66  | 0,58  | 0,52 | 0,47  | 0,53 |
| 3      | 0,45  | 0,35  | 0,29  | 0,26  | 0,24  | 0,22  | 0,21 | 0,20  | 0,19 |
| 5      | 0,33  | 0,28  | 0,24  | 0,20  | 0,18  | 0,16  | 0,15 | 0,14  | 0,13 |
| 10     | 0,21  | 0,17  | 0,15  | 0,13  | 0,11  | 0,10  | 0,10 | 0,10  | 0,10 |
| 20     | 0,15  | 0,13  | 0,11  | 0,10  | 0,08  | 0,07  | 0,06 | 0,055 | 0,05 |
| 25     | 0,12  | 0,11  | 0,09  | 0,08  | 0,07  | 0,06  | 0,05 | 0,045 | 0,04 |

Măsurarea acidității soluțiilor apoase se face determinînd pH-ul definit prin una din relațiile:

$$\text{pH} = -\log c_{\text{H}_2\text{O}^+} \text{ sau } \text{pH} = -\log a_{\text{H}_2\text{O}^+} = -(\log c_{\text{H}_2\text{O}^+} + \log f_{\text{H}_2\text{O}^+})$$

în care:  $c_{\text{H}_2\text{O}^+}$  este concentrația ionilor de H, în iono-gram/litru soluție;

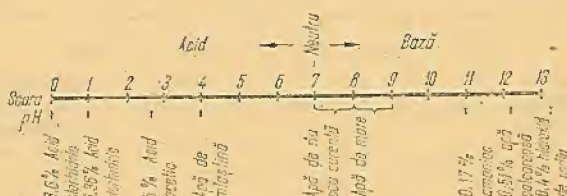
$a_{\text{H}_2\text{O}^+}$  — activitatea ionilor de H (produsul dintre concentrația  $c$  și coeficientul de activitate  $f$ );

Metodele de măsurarea pH-ului:

— electrochimică; utilizează obișnuit un electrod de măsurare de hidrogen și electrozi de referință din calomel, clorură de Ag sau oxid de mercur; precizie 0,01 pH;

— calorimetrică; utilizează soluție sau hîrtie indicatoare; precizie 0,1 pH.

Scara pH exemplificată:



Valorile pH pentru soluțiile standard:

| Soluția<br>θ °C | 0,05 M tetraaxalat de K | Tratat de KH saturat 25°C | 0,05 M ftalat de KH | 0,025 M (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ) | 0,01 M borax |
|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|---|--------------|
| 1               | 2                       | 3                         | 4                   | 5   | 6            |
| 0               | 1,67                    | —                         | 4,01                | 6,98  | 9,46         |
| 5               | 1,67                    | —                         | 4,01                | 6,95  | 9,39         |
| 10              | 1,67                    | —                         | 4,01                | 6,92  | 9,35         |
| 15              | 1,67                    | —                         | 4,00                | 6,90  | 9,27         |
| 20              | 1,68                    | —                         | 4,00                | 6,88  | 9,22         |
| 25              | 1,68                    | 3,56                      | 4,01                | 6,86  | 9,18         |
| 30              | 1,68                    | 3,55                      | 4,01                | 6,85  | 9,14         |
| 35              | 1,68                    | 3,55                      | 4,02                | 6,84  | 9,10         |
| 40              | 1,70                    | 3,54                      | 4,03                | 6,84  | 9,07         |

(continuare)

| 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|----|------|------|------|------|------|
| 45 | 1,70 | 3,55 | 4,04 | 6,83 | 9,04 |
| 50 | 1,71 | 3,55 | 4,06 | 6,83 | 9,01 |
| 55 | 1,72 | 3,56 | 4,08 | 6,84 | 8,99 |
| 60 | 1,73 | 3,57 | 4,10 | 6,84 | 8,96 |
| 70 | —    | 3,59 | 4,12 | 6,85 | 8,92 |
| 80 | —    | 3,61 | 4,16 | 6,86 | 8,88 |
| 90 | —    | 3,64 | 4,20 | 6,86 | 8,85 |
| 95 | —    | 3,65 | 4,22 | 6,87 | 8,83 |

### 2.1.6. Materiale conductoare de mare rezistivitate

| Denumirea | Compoziția, % | $\rho$<br>$\Omega\text{mm}^2$ | $\alpha$<br>$10^{-6}$<br>grd | $\theta_t$<br>°C | $\theta_l$<br>°C | $\sigma_r$<br>daN<br>mm | $\gamma$<br>kg<br>dm | Utilizări generale |
|-----------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| 1         | 2             | 3                             | 4                            | 5                | 6                | 7                       | 8                    | 9.                 |

#### Aliaje pentru rezistențe de precizie și reostate

|                    |                                    |      |      |     |     |           |      |  |
|--------------------|------------------------------------|------|------|-----|-----|-----------|------|--|
| Manganină          | 86 Cu<br>12 Mn<br>2 Ni             | 0,42 | 5÷10 | 960 | 60  | 40÷<br>55 | 8,4  | Rezistențe etalon, de măsură, adiționale, șunturi, reostate. |
|                    | 5÷33Cu<br>60÷67Mn<br>17÷28Ni       |      |      |     |     |           |      | Rezistențe pentru curenți mici. Aparat de măsură.            |
| Izabelină          | 84 Cu<br>13 Mn<br>3 Al             | 0,5  | 1÷2  | 940 | 300 | —         | 7,97 | Reostate de precizie.  |
| Terlo<br>(Aliaj A) | 85 Cu<br>9,5 Mn<br>5,5 Al          | 0,45 | ±1   | —   | —   | —         | —    | Reostate de pornire  |
| Novo-constantan    | 82,5 Cu<br>12 Mn<br>4 Al<br>1,5 Fe | 0,45 | 1    | —   | —   | —         | —    | Reostate de pornire  |



| 1                    | 2                                 | 3             | 4            | 5    | 6            | 7          | 8             | 9  |
|----------------------|-----------------------------------|---------------|--------------|------|--------------|------------|---------------|--|
| Constantan           | 60 Cu<br>40 Ni                    | 0,44<br>÷0,52 | -5           | 1270 | 400 ÷<br>450 | 40 ÷<br>50 | 8,9           | Reostate. Elemente încălzire sub 450°C. Termocuple, cu Cu sau Fe sub 700°C. Reostate |
| Nichelină            | 66 Cu<br>34 Ni                    | 0,4           | 20           | 1230 | 250          | 48         | 8,8 ÷<br>11,3 | Reostate   |
| Argentan             | 80 Cu<br>16 ÷ 20 Ni<br>20 ÷ 23 Zn | 0,3 ÷<br>0,4  | 40           | 1050 | 150 ÷<br>190 | 45 ÷<br>55 | 8,5           | Rezistențe la aparate de măsură obișnuite. Reostate                                  |
| Alpaca               | 58 ÷ 60 Cu<br>15 Ni<br>27 ÷ 25 Zn | 0,3 ÷<br>0,4  | 270 ÷<br>360 | —    | 200 ÷<br>300 | 35 ÷<br>65 | 8,3           | Reostate. Rezistențe la aparate de măsură  |
| Aur-crom             | 80 Au<br>20 Cr                    | 0,33          | 1            | —    | —            | —          | —             | Rezistențe de precizie   |
| Argint-mangan-staniu | 82 Ag<br>10 Mn<br>8 Sn            | 0,5           | 0            | —    | —            | 39         | —             | Rezistențe de precizie   |
|                      | 80 Ag<br>17 Mn<br>3 Sn            | 0,46          | 0            | —    | —            | —          | —             | Rezistențe de precizie   |

## Aliaje pentru elemente de încălzire

|             |  |              |     |                |      |    |              |  |
|-------------|--|--------------|-----|----------------|------|----|--------------|--|
| Ni-crom     | 81 ÷ 79 Ni<br>19 ÷ 21 Cr               | 1,1 ÷<br>1,2 | 130 | 1390 ÷<br>1420 | 1150 | 92 | 8,4          | Cuptoare, laboratoare, locuințe                    |
| Fero-nicrom | 60 ÷ 62 Ni<br>15 ÷ 20 Cr<br>25 ÷ 18 Fe | 1 + 1,5      | 130 | 1380 ÷<br>1420 | 1050 | 70 | 8,1 ÷<br>8,2 | Cuptoare, laboratoare, locuințe                    |
| Fecral      | 12 Cr<br>2 Al<br>86 Fe                 | 1,2 ÷<br>1,4 | 180 | 1450           | 850  | 70 | 7,6          | Reostate, sobe, termostate, aparate electrocasnice |

| 1                                   | 2                                    | 3           | 4  | 5             | 6            | 7         | 8            | 9   |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|----|---------------|--------------|-----------|--------------|---|
| Aliaj<br>nr. 1                      | 16 Cr<br>5 Al<br>79 Fe               | 1,2÷<br>1,4 | 50 | 1450-<br>1500 | 1000<br>1150 | 60÷<br>70 | 6,8÷<br>7,2  | Cuptoare in-<br>dustriale, apa-<br>rate electrocas-<br>nice   |
| Aliaj<br>nr. 2                      | 25 Cr<br>4 Al<br>70 Fe               | 1,3÷<br>1,6 | 50 | 1450÷<br>1500 | 1250         | 65÷<br>80 | 7,0÷<br>7,2  | Cuptoare<br>industriale                                       |
| Aliaj<br>nr. 3                      | 45 Cr<br>10 Al<br>45 Fe              | 1,9         | —  | 1500          | 1350         | 90        | 6,9          | Cuptoare<br>industriale                                       |
| Cro-<br>mel                         | 30 Cr<br>4 Al<br>66 Fe               | 1,35        | 40 | 1500          | 1250         | 80        | 7,1          | Sîrme de mare<br>secțiune pentru<br>cuptoare indus-<br>triale |
| Kan-<br>thal A                      | 21 Cr<br>4,9 Al<br>3,8 Co<br>70,3 Fe | 1,35        | 80 | 1510          | 1250         | 80÷<br>85 | 7,1          | Cuptoare in-<br>dustriale, apa-<br>rate electrocas-<br>nice   |
| Kan-<br>thal D                      | 21 Cr<br>5,8 Al<br>3,2 Co<br>70 Fe   | 1,3         | 90 | 1510          | 1150         | 80÷<br>85 | 7,1÷<br>7,25 | Reostate de re-<br>glaj, aparate<br>electrocasnice            |
| Aliaje<br>crom-<br>siliciu-<br>fier | 30 Cr<br>2,5 Si<br>67,5 Fe           | 0,95        | —  | 1480          | 1050         | —         | 7,45         | Aparate de<br>încălzire                                       |
|                                     | 18 Cr<br>3,5 Si<br>78,5 Fe           | 1,05        | —  | 1470          | 900          | —         | 7,55         | Aparate de<br>încălzire                                       |
| Oțel-<br>crom                       | 93 Fe<br>6 Cr<br>0,5 Mn              | 0,32        | —  | 1520          | 500          | —         | 7,2          | Aparate de<br>încălzire                                       |
|                                     | 81 Fe<br>18 Cr<br>0,5 Mn             | 0,56        | —  | 1500          | 750          | —         | 7,6          | Aparate de<br>încălzire                                       |
|                                     | 69 Fe<br>30 C<br>1 Mn                | 0,63        | —  | 1480          | 850          | —         | 7,5          | Aparate de<br>încălzire                                       |

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este:  $\rho$  — rezistivitatea;  $\alpha$  — coeficientul de variație a rezistivității cu temperatura;  $\theta_1$  și  $\theta_2$  — temperaturi;  $\sigma_r$  — rezistența la rupere;  $\gamma$  — masa specifică.

## 2. Dimensionarea rezistențelor electrice de încălzit

*Diametrul sîrmei:*

$$d = \frac{1}{2,91} \sqrt[3]{\left(\frac{P}{U}\right)^2 \frac{\rho}{p}} \text{ [mm]},$$

unde:  $P$  este puterea pentru care se calculează rezistența, în W;

$U$  — tensiunea rețelei, în V;

$\rho$  — rezistivitatea materialului sîrmei, în  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ,

$p$  — încărcarea specifică a sîrmei, în  $\text{W}/\text{cm}^2$ .

Valorile informative ale încărcării specifice ( $p$ ) pentru:

— fier de călcat  $p = 4 \dots 5,5 \text{ W}/\text{cm}^2$ ;

— oală de fiert  $p = 5 \dots 7 \text{ W}/\text{cm}^2$ ;

— plită descoperită  $p = 9 \dots 11 \text{ W}/\text{cm}^2$ ;

— fierbător  $p = 10 \dots 11 \text{ W}/\text{cm}^2$ ;

*Lungimea sîrmei:*

$$l = \frac{R_0}{r} \text{ [m]},$$

unde:  $R_0$  este valoarea la rece a rezistenței, în  $\Omega$ , dată de relația

$$R_0 = \frac{U^2}{P(1 + \alpha t)};$$

$r$  — rezistența specifică a sîrmei, în  $\Omega/\text{m}$ , dată de relația

$$r = 1,27 \frac{\rho}{d^2};$$

$\alpha$  — coeficientul de variație a rezistivității cu temperatura;

$t$  — temperatura la care se încălzește rezistența, în  $^{\circ}\text{C}$ ;

$d$  — diametrul sîrmei, în mm;

$\rho$  — rezistivitatea sîrmei,  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .

*Diametrul de spiralizare:*

$$D = (4 \dots 10) d.$$

*Pasul spiralei:*

$$p = (2 \dots 3) d.$$



## 2.2. Materiale semiconductoare

| Semicon.<br>ductorul | $E_g$<br>la 0°K<br>eV | $\mu_n$                         | $\mu_p$                         | Structura | Utilizări<br>industriale  |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|---|
|                      |                       | $\frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ | $\frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ |           |   |
| Si                   | 1,12                  | 1900                            | 428                             | Diamant   | Redresor. Celulă solă-<br>ră. Detector de radia-<br>ții. Tranzistor. Tiris-<br>tor. |
| Ge                   | 0,78                  | 3900                            | 1700                            | Diamant   | Redresor. Detector de<br>radiații. Tranzistor.                                      |
| Ge-Si                | 0,78 ÷ 1,12           | —                               | —                               | —         | Generator termoelectric   |
| Se                   | 1,6 ÷ 1,9             | —                               | 1                               | Hexagon   | Redresor.   |
| ZnSe                 | 2,8                   | —                               | —                               | Blendă Zn | Substanță fluorescentă.   |
| CdSe                 | 1,84                  | 240                             | —                               | Blendă Zn | Fotorezistență.   |
| PbSe                 | 0,45                  | 1400                            | 640                             | NaCl      | Fotoelement.  |
| Bi <sub>2</sub> Se   | 0,28                  | 600                             | —                               | Hexagon   | Răcire termoelectrică.  |
| AlSb                 | 1,65                  | 150                             | 400                             | Blendă Zn |   |
| GaP                  | 2,33                  | 100                             | 150                             | Blendă Zn | Diodă luminiscentă.   |
| GaAs                 | 1,52                  | 7000                            | 450                             | Blendă Zn | Idem. Laser. Diodă<br>tunel.  |
| GaSb                 | 0,8                   | 4000                            | 2000                            | Blendă Zn |   |
| InP                  | 1,42                  | 4500                            | 150                             | Blendă Zn | Filtru de infraroșu   |
| InAs                 | 0,43                  | 27000                           | 450                             | Blendă Zn | Idem. Generator Hall.   |
| InSb                 | 0,24                  | 76000                           | 700                             | Blendă Zn | Filtru și detector de<br>infraroșu. Generator<br>Hall. Sondă magneto-<br>rezistivă  |
| Cu <sub>2</sub> O    | 2,06                  | —                               | 100                             | Cupit     | Redresor  |
| ZnO                  | 3,2                   | 200                             | —                               | Wurtzitt  | Substanță fluores-<br>centă.  |
| ZnS                  | 3,5 ÷ 3,8             | —                               | —                               | Wurtzitt  | Substanță fluo-<br>rescentă.  |

| 1                               | 2    | 3    | 4   | 5        | 6                                 |
|---------------------------------|------|------|-----|----------|-----------------------------------|
| CdS                             | 2,5  | —    | —   | Wurtzitt | Fotorezistență. Dozimetru raze X. |
| PbS                             | 0,37 | 640  | 350 | NaCl     | Fotoelement.                      |
| PbTe                            | 0,45 | 2100 | 840 | NaCl     | Fotoelement.                      |
| Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> | 0,28 | 600  | —   | Hexagon  | Răcire termoelectrică             |

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este:  $\epsilon_s$  — rigiditatea dielectrică;  $\mu_n$  — mobilitatea electronilor (viteza într-un câmp cu intensitatea de 1 V/cm), corespunzătoare conductivității electronice (prin cedare de electroni);  $\mu_p$  — mobilitatea golurilor, corespunzătoare conductivității de goluri (prin acceptare de electroni);

## 2.3. Materiale electroizolante

### 2.3.1. Caracteristici tehnice

| Denumirea materialelor | $E_s$<br>kV | $\rho_v$<br>$\Omega\text{cm}$ | $\gamma_t$<br>kcal<br>mhgrd | $\sigma_t$<br>daN<br>cm <sup>2</sup> | $\sigma_r$<br>daN<br>cm <sup>2</sup> | $KC$<br>daN·cm<br>cm <sup>2</sup> | $\gamma_0$<br>daN<br>dm <sup>3</sup> |
|------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
|                        | cm          |                               |                             |                                      |                                      |                                   |                                      |
| 1                      | 2           | 3                             | 4                           | 5                                    | 6                                    | 7                                 | 8                                    |

#### Rășini termoplastice

|                                |    |           |      |      |     |    |       |
|--------------------------------|----|-----------|------|------|-----|----|-------|
| Polietilenă de înaltă presiune | 40 | $10^{17}$ | 0,29 | 800  | —   | fr | 0,917 |
| Polietilenă de joasă presiune  | 45 | $10^{17}$ | 0,41 | 800  | 250 | fr | 0,960 |
| Polipropilenă                  | 40 | $10^{17}$ | 0,19 | 450  | 330 | fr | 0,906 |
| Policlorură de vinil           | 50 | $10^{12}$ | 0,14 | 200  | 230 | —  | 1,35  |
| Polistiren standard            | 50 | $10^{14}$ | 0,12 | 1000 | 550 | 22 | 1,05  |
| Polistiren + acrilnitril       | 40 | $10^{15}$ | 0,14 | 1200 | 600 | 28 | 1,07  |
| Idem + bridadienă              | 33 | $10^{14}$ | 0,18 | 750  | 490 | fr | 1,06  |
| Poliamidă 6                    | 34 | $10^{14}$ | 0,3  | 950  | 600 | fr | 1,12  |
| Poliamidă 6-6                  | 45 | $10^{15}$ | 0,22 | 850  | 570 | fr | 1,14  |
| Poliamidă 6-10                 | 45 | $10^{15}$ | 0,19 | 650  | 400 | fr | 1,08  |
| Poliamidă 11                   | 45 | $10^{14}$ | 0,25 | 550  | 500 | fr | 1,04  |
| Poliamidă 12                   | 40 | $10^{15}$ | 0,21 | 570  | 470 | fr | 1,01  |
| Poliuretani                    | 35 | $10^{15}$ | 0,3  | 600  | 600 | fr | 1,21  |
| Policarbonat                   | 25 | $10^{15}$ | 0,17 | 750  | 650 | fr | 1,20  |
| Polimetilmetacrilat            | 30 | $10^{15}$ | 0,16 | 1150 | 760 | 18 | 1,18  |
| Politetrafluoretilenă          | 30 | $10^{17}$ | 0,21 | 190  | 200 | fr | 2,20  |
| Politrifluoretilenă            | 40 | $10^{17}$ | 0,10 | 540  | 320 | fr | 2,10  |
| Acetat de celuloză             | 33 | $10^{15}$ | 0,22 | 600  | 460 | 78 | 1,29  |
| Acetobutirat de celuloză       | 36 | $10^{16}$ | 0,20 | 550  | 370 | 18 | 1,21  |
| Oxid de polifenilenă           | 40 | $10^{17}$ | 0,28 | 1000 | 750 | fr | 1,06  |
| Polisulfonă                    | 35 | $10^{17}$ | 0,21 | 1200 | 750 | fr | 1,24  |
| Tereftalat de polietilenă      | 30 | $10^{17}$ | 0,15 | 1170 | 540 | fr | 1,38  |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|---|---|

*Rășini termoreactive*

|                                   |    |           |      |      |     |     |     |
|-----------------------------------|----|-----------|------|------|-----|-----|-----|
| Fenol + pulbere de rocă           | 10 | $10^{11}$ | 0,65 | 500  | 150 | 3,5 | 1,8 |
| Fenol + fibră de azbest           | 4  | $10^9$    | 0,65 | 500  | 200 | 3,5 | 1,8 |
| Fenol + mică                      | 12 | $10^{12}$ | 0,60 | 500  | 200 | 3,0 | 1,9 |
| Fenol + șnur de azbest            | 3  | $10^3$    | 0,65 | 700  | 250 | 15  | 2,0 |
| Fenol + făină de lemn             | 15 | $10^{11}$ | 0,30 | 600  | 250 | 5   | 1,4 |
| Fenol + fibre de hirtie           | 8  | $10^{11}$ | 0,31 | 600  | 250 | 5   | 1,4 |
| Fenol + pastă                     | 6  | $10^{11}$ | 0,27 | 550  | 250 | 3,5 | 1,4 |
| Fenol + tocătură de hirtie        | 5  | $10^8$    | 0,25 | 800  | 250 | 8   | 1,4 |
| Fenol + țesătură de hirtie        | 5  | $10^8$    | 0,25 | 1200 | 400 | 15  | 1,4 |
| Fenol + fibră de bumbac           | 5  | $10^8$    | 0,32 | 600  | 250 | 6   | 1,4 |
| Fenol + pânză din câlți de bumbac | 8  | $10^{11}$ | 0,29 | 600  | 250 | 12  | 1,4 |
| Fenol + mătase artificială        | 5  | $10^{11}$ | 0,29 | 600  | 400 | 14  | 1,5 |
| Fenol + făină lemn + fibră bumbac | 5  | $10^9$    | 0,29 | 600  | 250 | 5   | 1,4 |
| Uree + făină lemn                 | 8  | $10^{11}$ | 0,31 | 700  | 250 | 6   | 1,5 |
| Uree + pastă                      | 8  | $10^{11}$ | 0,31 | 800  | 300 | 6,5 | 1,5 |
| Melamină + făină lemn             | 5  | $10^{10}$ | 0,34 | 700  | 300 | 6   | 1,5 |
| Melamină + fibră pastă            | 8  | $10^{11}$ | 0,34 | 800  | 300 | 7   | 1,5 |
| Melamină + fibră bumbac           | 8  | $10^{11}$ | 0,34 | 600  | 300 | 5   | 1,5 |
| Melamină + pastă de câlți bumbac  | 5  | $10^8$    | 0,34 | 600  | 300 | 6   | 1,5 |
| Melamină + pulbere de rocă        | 5  | $10^9$    | 0,55 | 400  | 300 | 2,5 | 2,0 |
| Melamină + făină azbest           | 3  | $10^8$    | 0,55 | 500  | 200 | 3,5 | 1,8 |
| Idem + făină lemn                 | 4  | $10^9$    | 0,45 | 600  | 250 | 4,5 | 1,7 |
| Melamină + fenol + făină lemn     | 8  | $10^9$    | —    | 800  | —   | 6   | 1,6 |
| Idem + pulbere de rocă            | 6  | $10^8$    | —    | 700  | —   | 4,1 | 1,6 |
| Melamină + fibră pastă            | 5  | $10^9$    | —    | 800  | —   | 7   | 1,6 |
| Poliester + fibre sticlă          | 10 | $10^{12}$ | —    | 600  | 450 | 22  | 1,7 |
| Poliester + fibre textile         | 6  | $10^9$    | —    | 400  | —   | 8   | 1,5 |
| Epoxi + pulbere de rocă           | 18 | $10^{15}$ | 0,25 | 700  | —   | 6   | 1,9 |
| Epoxi + fibră sticlă scurtă       | 15 | $10^{15}$ | 0,22 | 800  | —   | 8   | 1,8 |
| Epoxi + fibră sticlă lungă        | 15 | $10^{15}$ | 0,18 | 1200 | —   | 16  | 1,9 |
| Silicon + pulbere cuarț           | 10 | $10^{15}$ | 0,50 | 500  | 200 | 2   | 1,9 |
| Silicon + fibre sticlă            | 10 | $10^{15}$ | 0,50 | 600  | 200 | 30  | 1,8 |

*Rășini termoreactive de turnare*

|                            |    |           |      |      |     |    |     |
|----------------------------|----|-----------|------|------|-----|----|-----|
| Poliester întărit la rece  | 30 | $10^{15}$ | 0,16 | 1100 | 600 | 9  | 1,2 |
| Poliester întărit la cald  | 25 | $10^{15}$ | 0,13 | 1500 | 850 | 20 | 1,3 |
| Epoxi întărit la rece      | 20 | $10^{12}$ | 0,15 | 900  | 550 | 15 | 1,2 |
| Epoxi întărit la cald      | 18 | $10^{14}$ | 0,15 | 1400 | 600 | 16 | 1,3 |
| Metacrilat întărit la cald | 40 | $10^{13}$ | 0,16 | 1200 | 700 | 15 | 1,2 |



| 1                                    | 2   | 3         | 4    | 5    | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------------------|-----|-----------|------|------|-----|-----|-----|
| <i>Materiale izolante anorganice</i> |     |           |      |      |     |     |     |
| Predominant silicat de aluminiu:     |     |           |      |      |     |     |     |
| — Porțelan, Metalith                 | 350 | $10^{11}$ | 1,40 | 400  | 250 | 1,8 | 2,4 |
| — Produr, Karbowid                   | 390 | $10^{12}$ | 2,00 | 800  | 420 | 2,2 | 2,5 |
| Predominant silicat de magneziu:     |     |           |      |      |     |     |     |
| — Steatit                            | 200 | $10^{12}$ | 2,00 | 1200 | 450 | 3   | 2,6 |
| — Elit, Calit, Rozalit               | 300 | $10^{12}$ | 2,00 | 1400 | 450 | 4   | 2,8 |
| Oxid de titan: Sirutit               | 100 | —         | 3,00 | 900  | 300 | 2,5 | 3,5 |
| Titanați: Konstit, Kerafar           | 100 | —         | —    | 900  | 300 | 2,5 | 4,0 |
| Silicat Mg și Al: Sipa               | 100 | $10^{11}$ | 1,70 | 500  | 250 | 1,8 | 2,1 |
| Titanat de bariu:                    |     |           |      |      |     |     |     |
| Sibatit                              | 30  | —         | —    | 600  | —   | 1,6 | 5,2 |
| Silicat magneziu: masă ceramică      | —   | —         | 1,10 | 500  | 100 | 1,8 | 2,0 |
| Silicat aluminiu: masă ceramică      | 250 | $10^{12}$ | 2,50 | 1200 | 400 | 4   | 2,6 |
| Oxid magneziu: ceramică              | —   | —         | 7,00 | —    | —   | —   | 2,5 |
| Silicat de zirconiu                  | —   | —         | 2,90 | 900  | —   | 2   | 2,5 |
| Eucryptit                            | 300 | $10^{10}$ | 0,90 | 1300 | —   | —   | 2,4 |
| Sticlă de borosilicați               | 220 | $10^{13}$ | 1,00 | 900  | —   | —   | 2,3 |

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este:  $E_s$  — rigiditatea dielectrică;  $\rho_v$  — rezistivitatea de volum,  $\gamma_t$  — conductivitatea termică;  $\sigma_t$ ,  $\sigma_z$  — rezistența la tracțiune, respectiv rupere;  $HC$  — reziliență;  $\gamma_0$  — densitatea. În cuprins: *fr* — fără rupere.

### 2.3.2. Materiale electroizolante utilizate în construcția mașinilor și aparatelor electrice

#### 2.3.2.1. Clasele de izolație

Conform STAS 6247-60, materialele electroizolante utilizate în construcția mașinilor și aparatelor electrice, după temperatura care le caracterizează stabilitatea termică, se clasifică în următoarele clase de izolație:

*Clasa de izolație Y-90°C*: izolații din bumbac, mătase sau hîrtie neimpregnate sau neintroduse în lichide electroizolante și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 90°C.

*Clasa de izolație A-105°C* : izolații din bumbac, mătase sau hîrtie impregnate sau introduse în lichide electroizolante și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 105°C.

*Clasa de izolație E-120°C* : unele pelicule organice sintetice și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la temperatura de 120°C.

*Clasele de izolație B-130°C și F-155°C* : materiale pe bază de mică, azbest, fibre de sticlă cu lianți și compunduri de impregnare corespunzătoare și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 130°C, respectiv la 155°C.

*Clasa de izolație H-180°C* : materiale pe bază de mică, azbest și fibre de sticlă cu lianți și compunduri silico-organice și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 180°C.

*Clasa de izolație C — peste 180°C* : materiale pe bază de mică, porțelan, cuarț, sticlă cu sau fără lianți organici și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la peste 180°C (temperatura de utilizare este limitată numai de caracteristicile fizico-chimice și electrice ale acestor materiale).

În paragrafele 2.3.2.2 ... 2.3.2.10 se indică clasa de izolație pentru fiecare din materialele prezentate.

#### 2.3.2.2. Lacuri electroizolante

• *Lacuri de impregnare*, cu uscare la cuptor; tipuri:  
— lac C41 (447) — NID 332-53: A — 50; 22 kV/mm — 8 h la 100 ... 110°C<sup>1</sup>; oleobituminos — negru, nu rezistă la ulei; pentru bobinaje cu izolație textilă;

— lac C42 (458) — NID 330-53: A — 55; 15 kV/mm — 4 ... 6 h la 120°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate dar nu la ulei; pentru bobinaje izolate cu bumbac, la repararea mașinilor și aparatelor aflate în exploatare;

— lac C43 (460) — NID 331-53: A — 50; 21 kV/mm — 10 ... 15 h la 100 ... 110°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate dar nu la ulei; pentru ultima impregnare peste lacul C42;

<sup>1</sup> Clasa de izolație — rigiditatea dielectrică — timp de uscare la temperatura; idem, la lacurile de acoperire și diverse.



— *lac C51(1154)* — NIS 45-77: E — 55 kV/mm — 2 h la 110°C; oleogliptalic — galben-brun, nu rezistă la ulei; pentru bobinaje;

— *lac C51M(ALM-1)* — NID 1007-68: B — 80; 40 kV/mm — 10 h la 120°C; oleogliptalic — galben-brun, rezistent la ulei; pentru bobinaje;

— *lac C56* — NTRE-2514/1-82: F — 85I; 85II kV/mm — 2 h la 120°C apoi în trepte 2 h la 150°C, 16 h la 120°C, 5 h la 150°C; lac alchidic modificat cu rășină fenolică C-56, galben-brun;

— *lac C71* — NID 3008-82: F — 45; 20 kV/mm — 8 ... 10 h la 120°C apoi în trepte de 8 ... 10 h până la 160°C; poliuretanice — galben; pentru bobinaje în înaltă frecvență;

— *lac C82* — NID 3008-82: F — 50; 80 kV/mm — 10 ... 15 kV/mm — 10 ... 15 h la 130 ... 150°C; poliesteric imidic — galben; pentru mașini electrice mari expuse la temperaturi de regim până la 155°C.

• *Lacuri de acoperire*, cu uscare în aer (la temperaturi sub 30°C) sau la cuptor (la temperaturi de la 100°C în sus); tipuri:

— *lac C44(462)* — NID 649-57: A — 40; 10 kV/mm — 24 h la 20°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate și acizi dar nu la ulei mineral, dă peliculă dură și lucioasă cu proprietăți mecanice bune; pentru bobine și piese fixe;

— *lac AA-62M(SDV-A)* — NID 2703-72: A — 30; 8 kV/mm — 24 h la 20°C; oleogliptalic modificat — pigmentat gri, rezistent la uleiuri minerale dielectrice clorurate dar nu la acizi și baze; pentru suprafețe metalice (carcase, statoare, pachete magnetice etc.);

— *lac AA-63(KVD)* — NID 650-57: A — 30; 7 kV/mm — 24 h la 20°C; oleogliptalic modificat — pigmentat roșu; în rest similar AA-62M;

— *lac C21(202)* — NID 334-53: E — 50 kV/mm — 12 min la 220°C; oleorășinos — galben, dă peliculă netedă, lucioasă, foarte dură, flexibilă și rezistentă la umiditate, uleiuri și agenți chimici; pentru lăcuirea tolelor;

— *lac AA-66* — NID 3230-72: B — 60 kV/mm — 23 h la 20°C; din rășini sintetice — transparent, rezistent la umiditate și ulei de transformator, cu aderență bună;



— lac AA-67 — NID 3230-72: B — 30 kV/mm — 24 h la 20°C; rășini sintetice — pigmentat gri, rezistent la ulei mineral clorurat, la acizi și baze; utilizare ca lacul AA-62M;  
— lac CA-61M (SPD) — NID 2703-73: E — 50; 15 kV/mm — 3h la 120°C; oleogliptalic — pigmentat gri, dă peliculă cu proprietăți mecanice ridicate, aderență bună și rezistență la arc și uleiuri minerale.

• Lacuri de emailare pentru conductoare de cupru ET; tipuri:

— lac CA83 — NID 3655-74: F —  $P = 30 \pm 5$  s;  $F = 250 \pm 50$  s<sup>1</sup>; poliester tereftalic — brun, rezistent la solvenți, cu stabilitate termică ridicată;

— lac CA84 — NID 3655-74: F —  $F = 280 \pm 70$  s; în rest ca CA83;

— lac CA85 — NID 3655-74: F —  $P = 30 \pm 5$  s;  $F = 500 \pm 100$  s; poliester imidic — brun, rezistență bună la solvenți și îmbunătățită la șoc termic;

— lac CA86 — CS 16-81: H —  $P = 30 \pm 5$  s;  $F = 150 \pm 50$  s; poliesterimidamidă izocianurat — brun, dă peliculă cu rezistență bună la solvenți și foarte bună la șocuri termice;

• Lacuri diverse; cu uscare la cuptor; tipuri:

— lac C11 (IF) — NID 511-79: B — 10 kV/mm — 1 ... 2 min la 160°C; fenolformaldehidic — brun-roșcat; de acoperire și înclieiere, dă peliculă dură, lucioasă, rezistentă la uleiuri, acizi și agenți atmosferici dar puțin elastică; utilizări multiple (la produse stratificate presate, în compoziții de presare);

— lac C12 (IK) — NID 511-79: B — 14 kV/mm — 1 ... 3 min la 160°C; crezolformaldehidic — brun-roșcat; cu proprietăți dielectrice mai bune ca C11, în rest la fel.

### 2.3.2.3. Mase de turnare — compunduri — chituri

• Mase bituminoase negre — STAS 3987-83: tip B65: 120 kV/cm — 12% — 65°C<sup>2</sup>; tip B90: 120 kV/cm — 10% — 90°C; pentru umplerea manșoanelor cu  $U_n = 6$  kV<sub>n</sub> și cufiilor terminale cu  $U_n = 10$  kV.

<sup>1</sup> Clasa de izolație-viscozitate: P — tip pislă, F — tip filieră.

<sup>2</sup> Rigiditate dielectrică — concentrație volumetrică — punct de picurare.

- *Mase nebituminoase galbene* — STAS 3898-80: tip 35: 160 kV/cm — 10% — 55 ... 75°C; pentru umplerea manșoanelor și cutiilor terminale pentru tensiuni până la 35 kV inclusiv.

- *Chit pentru bobine* — NID 710-80: rigiditate dielectrică — 2; 1,5 kV/cm; uscare la cuptor în 10 h la 110°C, 7 h la 150°C; masă plastică omogenă, densă, neagră.

#### 2.3.2.4. Hîrtie și țesături impregnate

- *Hîrtii impregnate și hîrtii lăcuite tip HI* — NIS 35-83: clasă izolație B; în sul lat 1,5 ... 2 m; tip sulfat, impregnate în lacuri fenolformaldehidice cu diverse încărcări de rășină; pentru fabricat piese stratificate presate.

- *Hîrtie impregnată pentru izolarea cablurilor tip A* — NIS 877-60: clasă izolație A, benzi impregnate cu mase nebituminoase pentru izolarea îmbinărilor și capetelor de cabluri subterane înainte de compundare.

- *Țesături de bumbac impregnate tip TI* — NIS 36-79: clasă izolație E, în sul lat  $1400 \pm 100$  mm, impregnate ca HI.

#### 2.3.2.5. Materiale flexibile lăcuite

- *Hîrtie lăcuită HL* — NID 512-60: A — s. 1 m  $\times$  0,1; 0,14 mm — r 1.15, 20, 25, 30  $\times$  0,1; 0,14 mm<sup>1</sup>; hîrtie sulfat — lac pe bază de ulei de în polimerizat; pentru bobinaje.

- *Țesături lăcuite din mătase (galbene)* — NID 166-63: tip MNL — mătase naturală: A — s. 0,9 m  $\times$  0,1; 0,15 mm, — r 2.10, 15, 20, 25, 30  $\times$  0,1; 0,15 mm; tip MVL — mătase vegetală: A — s. 1 m  $\times$  0,15; 0,17 mm — r 2.10, 15, 20, 25, 30  $\times$  0,2; 0,24 mm; lac ca la HL; pentru izolația mașinilor și aparatelor electrice.

- *Țesături lăcuite din fire poliamidice* — NID 106-76: A — s. 0,85; 1 m  $\times$  0,1; 0,15 mm — r 1.10; 15  $\times$  0,1; 0,15 mm — r 2.20; 15  $\times$  0,15; 0,2 mm; lac ca la HL; pentru mașini și aparate electrice.

- *Țesături lăcuite din fire poliesterice tip TP* — NID 2274-67: A — s. 0,9 m  $\times$  0,1; 0,15 mm — r 1.10; 15  $\times$  0,2; 0,1 mm — r 2.20; 15  $\times$  0,15; 0,2 mm; lac poliesteric saturat; pentru izolarea capetelor de bobine.

<sup>1</sup> Clasa de izolație — sul lățime  $\times$  grosime material — rolă (dreaptă) sau rolă 2 (diagonală) lățime  $\times$  grosime material.



- *Țesături lăcuite din fire de sticlă:*

— *tip 463* — NID 3299-74: F — s.1 m  $\times$  0,1; 0,15 mm — r1.15, 20, 25, 30 mm  $\times$  0,2; 0,1; 0,15; 0,2 mm; lac organic; pentru izolarea bobinelor și barelor de inducție ale motoarelor electrice;

— *tip SRSi* — NID 1324-63: H — s.1 m  $\times$  0,1; 0,15 mm — r1. min. 10  $\times$  0,2; 0,1; 0,15; 0,2 mm; lăcuite cu rășină siliconică; pentru lăcuirea bobinajelor, capetelor de bobină etc. la mașinile electrice.

• *Bandă de fretare BF* — NID 3450-78: F — rigiditatea dielectrică 10 kV/mm — r1.20  $\times$  0,3; 0,4 mm; din fire de sticlă și rășină poliesterică nesaturată; pentru consolidarea rotoarelor și transformatoarelor.

• *Tuburi izolante flexibile*, pentru izolarea conductoarelor și conexiunilor mașinilor electrice; tipuri:

— *TL* — tuburi lăcuite din împletitură din fire de vîscoză sau bumbac — STAS 9297-73; A —  $\varnothing_i = 0,5 \div 0,12$  mm,  $L = 1,1$  m; lac pe bază de ulei polimerizat;

— *SLO* — tuburi impregnate din foiță de sticlă — NID 2269-67: B —  $\varnothing_i = 1 \div 12$  mm,  $L = 0,8 \div 1$  m; lac organic (poliesteric sau poliuretan);

— *SCSi* — 1, 2, 3, 4 — tuburi din fire de sticlă impregnate cu siliconi — NTRE-1350/1-80: H —  $L = 0,85$  m; cauciuc siliconic;

— *SFR-1; 2* — tuburi din fire de sticlă lăcuite cu poliuretan — CS 24-80: F —  $\varnothing_i = 1,5; 1,2$  mm,  $L = 0,85$  m

#### 2.3.2.6. Materiale stratificate dure

• *Materiale din hîrtie impregnată (straticel)* utilizate la mașini și aparate electrice, în aer sau ulei mineral; tipuri:

— *HS1, 2, 3, 5, 6, 7* — plăci din hîrtie impregnată — STAS 7144-80: E —  $1\,400 \div 1\,500 \times 900 \div 1\,400 \times 0,2 \div 50$  mm; prin presare la cald a mai multor straturi de hîrtie impregnată cu rășini termoreactive; admit prelucrare mecanică;

— *HS8* — plăci straticel destinate calibrării — CS 26-80: ca HS1  $\div$  7; se pot debita în fișii;

— *HS9* — plăci straticel — CS 11-80: E —  $1\,400 \div 2\,000 \times 900 \div 1\,400 \times 4 \div 20$  mm;



— *straticel placat cu cauciuc* — CS 39-82, 36-82: E —  $1\,000 \times 250 \times 1,6$  mm, respectiv  $1\,000 \times 250 \times 2,2$  mm — 620; 622 — tuburi rulate din hîrtie (straticel tuburi) — STAS 9463-73: E —  $\varnothing_i = 4 \div 600$  mm,  $L = 400 \div 2\,450$  mm respectiv  $\varnothing_i = 10 \div 100$  mm,  $L = 400 \div 1\,900$  mm prin rularea și tratarea termică a hîrtiei impregnate cu rășini termoreactive;

— *produse fasonate din straticel* — NIP 14-75, NI 687-58, NID 1723-65, NIP 16-75: piese izolante presate în matrițe, formate prin rulare sau prelucrate mecanic din plăci sau tuburi, la cerere.

• *Materiale din țesături de bumbac impregnate:*

— ST1:2 — stratitex plăci — STAS 8579-80: E —  $1\,350 \times 850 \times 0,5 \div 60$  mm; prin presarea la cald a mai multor straturi de țesătură impregnată cu rășini termoreactive;

— ST4 — stratitex plăci — CS 25-80: E —  $1\,400 \times 850 \times 10$ ; 20 mm; idem;

— ST3 — stratitex bare: E —  $\varnothing = 8 \div 60$  mm,  $L = 550$  mm; ca ST1; 2;

— *produse fasonate din stratitex* — NID 2514-69, 1772-65, CS — 10-78, 15-78, 17-79: v. produse fasonate din straticel.

• *Materiale din țesături din fire de sticlă impregnate:*

— sticlostratitex plăci: tip S672 — STAS 10288-80 — E,  $1\,200 \times 850 \times 2,5 \div 25$  mm; tip 673/1 — STAS 102888-80 — F,  $1\,200 \times 850 \times 0,5 \div 30$  mm; tip SFR4 — NTRE 24061/1-82 — E,  $1\,300 \times 1\,000 \times 0,2 \div 2,5$  mm; ca ST1;

— sticlostratitex plăci SG104 — NTRE 2051/1-81: B,  $1\,300 \times 1\,000 \times 0,5 \div 2,5$  mm; idem, dar impregnată cu rășină epoxidică;

— prepeguri pentru scopuri generale PG10 — IADE 157-79: B, sul lat de 1 050 mm; idem;

— *produse fasonate și rulate din sticlostratitex* — CS 6-76, 19-80; v. produse fasonate din straticel.

#### 2.3.2.7. Materiale stratificate placate cu cupru

Se utilizează pentru cablaje pentru circuite imprimate; tipuri:

• Sticlostratitex placat cu Cu (simplu 1/10 sau dublu 1/1): SG10 — NID 6432-77; SFR4 — NID 6420-77 (rezistent la flacără); SG11 — NID 82E-79; clasă izolație B — SG10, SFR4 și E — SG11; grosimea foliei de cupru — 17,5; 35  $\mu$ ;

• Straticel simplu placat cu Cu F22 — NID 5799-79: E,  $1\,450 \times 1\,050 \times 1,6$  mm; folia de cupru de 35  $\mu$ ; rezistent la flacără.

#### 2.3.2.8. Produse pe bază de mică foiță

• *Mica folii* — admite formarea la cald; tipuri:  
— *MMS* (mică foiță — șelac — hîrtie sulfat), *MMG* (mică foiță — lac gliptalic — hîrtie sulfat) — micafolii — NID 169-78: B, coale  $900 \times 600 \times 0,15 \div 0,5$  mm;

— *MMS-0,10*; *MMS-0,15* — micafoliu special — NID 969-76: B, sul 400;  $900 \times 0,1$ ;  $0,15$ ; mică foiță — șelac — hîrtie japoneză;

— *707* — sticlomicafoliu — NID 2925-71: F, sul  $600 \times 0,12$  mm; mică foiță — rășină epoxi — hîrtie japoneză — țesătură sticlă.

• *Micanită*, pentru lamele izolante la mașini electrice; tipuri:

— *MFS* (mică foiță — șelac), *MFG* (mică foiță — lac gliptalic) — micanită de formare — NID 70-71: B, coli  $850 \times 550 \times 0,15 \div 1$  mm;

— *CM3* — micanită de colector — NID 1045-76: B, plăci  $850 \times 550 \times 0,4 \div 1,5$  mm; mică foiță — șelac;

— micanite flexibile — NID 2878-74: coli  $850 \times 550$  mm; tip *745* (*MG*) — F, mică foiță — lac poliesteric, gros  $0,15 \div 0,6$  mm; tip *746* (*S1MG*) — F, mică foiță — lac poliesteric — 1 suport țesătură textilă, gros  $0,2 \div 0,5$  mm; tip *747* (*S2MG*) — F, mică foiță — lac poliesteric — 2 suporturi țesătură sticlă, gros  $0,2 \div 0,5$  mm; tip *748* (*MSi*) — H, mică foiță — lac siliconic, gros  $0,15 \div 0,5$  mm; tip *749* (*S1MSi*) — H, mică foiță — lac siliconic — 1 suport țesătură sticlă, gros  $0,2 \div 0,5$  mm; tip *750* (*S2MSi*) — H, mică foiță — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă, gros  $0,2 \div 0,5$  mm.

• *Micabenzi*, de tipurile:

— negre — NID 2481-71: tip *H2MN* — B, role  $15 \div 45 \times 0,1 \div 0,13$  mm, mică foiță — lac oleobituminos — 2 suporturi hîrtie japoneză; tip *T2MN* — B, role  $15 \div 45 \times 0,13$  mm, mică foiță — lac oleobituminos — 2 suporturi mătase naturală;

— albe — NID 2481-71: role  $15 \div 45 \times 0,13$ ; tip *759* (*S2MG*) — F, mică foiță — lac poliesteric — 2 suporturi



mătase naturală; tip 760 (*S1MSi*) — H, mică foiță — lac siliconic — suporturi țesătură sticlă; tip 761 (*S2MSi*) — H, mică foiță — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă.

• *Produse fasonate și rulate:*

— izolatoare de mică — sticlă *MS50* — NID 1672-75: amestec de mică foiță și sticlă măcinată presat la cald pe armături și cepuri metalice;

— cilindrii din micafoii și micanite *CMF* — NID 1151-62:  $\varnothing = 10 \div 50$  mm; pentru colectoare mașini electrice;

— diverse produse fasonate — NID 145-77, 149-77, 3695-77: prin presare la cald sau în matrițe speciale.

2.3.2.9. Produse pe bază de hîrtie de mică

• *Hîrtie de mică muscovit sau flagopit* — NIS 61-76: sul  $1\,000 \times 0,055 \div 0,25$  mm; mică brută muscovit sau flagopit dezintegrată cu jeturi de apă și constituită în foaie continuă.

• *Produse rigide:*

— hîrtie de mică impregnată *P777* — NID 3375-73: B, sul pe 4 foi presate, lat 950 mm; hîrtie mică — șelac;

— termomicanită *P770* — NID 3281-72: C, plăci  $950 \times 450$ ;  $920 \times 0,2$  mm; hîrtie mică — lac siliconic;

— micanită de colector — NID 3280-75: tip *P781* și *P782* — B, plăci  $950 \times 450 \times 0,3 \div 1$  mm, hîrtie mică — șelac; tip *P7385* — F, plăci  $950 \times 450 \times 0,2$  mm, hîrtie mică — rășină epoxi.

• *Produse flexibile:*

— micanită tip: *P712* — NID 26-74 — B, sul  $950 \times 0,08$ ;  $0,11$ ;  $0,14$  mm, hîrtie mică — lac poliuretanic; *P713* — NID 3377-73 — B, sul  $950 \times 0,1$ ;  $0,15$ ;  $0,17$ , hîrtie mică — lac poliuretanic — 1 suport țesătură sticlă; *P714* — NID 3377-73: B, sul  $950 \times 0,15$ ;  $0,22$ , hîrtie mică — lac poliuretanic — 2 suporturi țesătură sticlă; *P715* — NID 3377-73 — F, sul  $950 \times 0,09$ ;  $0,11$ ;  $0,14$  mm, hîrtie mică — lac epoxidic; *P716* — NID 3377-73 — F, sul  $950 \times 0,11$ ;  $0,15$ ;  $0,17$  mm, hîrtie mică — lac epoxidic — 1 suport țesătură sticlă; *P717* — NID 3377-73 — F, sul  $950 \times 0,15$ ;  $0,22$ ;  $0,15$  mm, hîrtie mică — lac epoxidic — 2 suporturi țesătură sticlă; *P718* — NID 3377-73 — H, sul  $950 \times 0,09$ ;  $0,11$ ;  $0,14$  mm, hîrtie mică — lac siliconic; *P719* — NID 3377-73 — sul



950 × 0,11; 0,13; 0,15 mm, hîrtie mică — lac siliconic — 1 suport țesătură sticlă; P720 — NID 3377-73 — H, sul 950 × 0,15; 0,22 mm, hîrtie mică — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă;

— micabandă — NID 3373-73, tipurile: P713 — B, rolă 15 ÷ 45 × 0,1; 0,15; 0,17 mm; P714 — B, rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,22 mm; P716 — F, rolă 15 ÷ 45 × 0,11; 0,16; 0,17; P717 — F, rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,22 mm; P719 — H, rolă 15 ÷ 45 × 0,11; 0,13; 0,15 mm; P720 — H, rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,22 mm.

• *Produse termoreactive:*

— micafoliu sau micabandă P701 — NID 3376-78: F, sul 950 × 0,15; 0,18 mm, respectiv rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,18 mm; hîrtie de mică — lac epoxidic — 1 suport țesătură de sticlă;

— micabandă — NID 3376-78; tipuri: P711 — F, role 15 ÷ 45 × 0,11; 0,13; 0,15 mm; P722 — F, role 15 ÷ 45 × 0,14 mm; hîrtie de mică — lac epoxidic — 1 suport țesătură de sticlă;

— micanită și micabandă P723 — NID 3376-78: H, sul 950 × 0,11; 0,13 mm respectiv rolă 15 ÷ 45 × 0,13; 0,11 mm hîrtie de mică — elastomer siliconic nevulcanizat — 1 suport țesătură sticlă.

### 2.3.2.10. Izolații combinate

Se utilizează pentru izolații în creștături și între straturile înfășurărilor mașinilor electrice.

• *Stratifol, tip 500, 501, 503* — NID 2920-71: E, sul 1 m × respectiv 0,25; 0,2; 0,22 mm, preșpan — folie poliesterică — preșpan; tip 507; 508 — NID 3417-73: E, sul 1 m × respectiv 0,25; 0,19 mm, preșpan — folie poliesterică.

• *Izolații combinate P724* — NID 2977-71: B, coli 850 × 500 × 0,2 mm; folie poliesterică — hîrtie de mică — folie poliesterică.

• *Izolații de creștătură, tipuri: 744 (HMH)* — NID 2878-74 — B, coli 850 × 550 × 0,22 mm, folie poliesterică — mică foiță — folie poliesterică; 725 — F, coli 900 × 550 × 0,25; 0,2 mm, folie poliesterică — țesătură de sticlă — hîrtie de mică — folie poliesterică și rășină epoxidică; 510 — F, coli 900 × 450 × 0,25 mm, țesătură de sticlă lăcuită și folie poliesterică.

### 2.3.3. Izolatoare electrice

#### 2.3.3.1. Izolatoare pentru linii electrice aeriene

| Specificația  | Tipul                     | $s_{cM}$<br>$\varnothing_{cM}$ | $F_r$ ,<br>daN | Masa,<br>kg | Gabarit<br>$H \times D$ ,<br>mm |
|---|---------------------------|--------------------------------|----------------|-------------|---------------------------------|
| <i>Izolatoare pentru LEA de joasă tensiune</i>      |                           |                                |                |             |                                 |
| Izolatoare de susținere — STAS 665-80               | N 87                      | 50                             | 1000           | 0,360       | 87 × 80                         |
|   | N 97                      | 150                            | 1800           | 0,550       | 97 × 95                         |
| Izolatoare de tracțiune — STAS 8999-71              | T 65                      | 25                             | 500            | 0,320       | 65 × 75                         |
|   | T 80                      | 50                             | 1000           | 0,550       | 80 × 95                         |
|   | T 115                     | 150                            | 1500           | 1,400       | 115 × 120                       |
|   | TD 80                     | 50                             | 1250           | 0,700       | 80 × 80                         |
|   | TD 115                    | 150                            | 2000           | 1,500       | 115 × 115                       |
| Izolatoare pentru siguranțe fuzibile — STAS 1652-75 | Sig 85                    | 6                              | 500            | 0,300       | 85 × 64                         |
|   | Sig 115                   | 16                             | 1000           | 0,600       | 115 × 74                        |
|   | Sig 140                   | 50                             | 1200           | 1,000       | 140 × 89                        |
| Izolatoare pentru ancorare:                         | STAS A 3                  | —                              | 3730           | 0,750       | 110 × 78                        |
|   | 3187-68 A 6               | —                              | 6000           | 1,720       | 118 × 96                        |
|   | A 8                       | —                              | 9320           | 3,800       | 170 × 125                       |
|   | CS 314-65 IN              | —                              | —              | 0,200       | 66 × 64                         |
|   | CS 476-65 IOA             | —                              | —              | 0,370       | 80 × 62                         |
|   | CS 526-66 RS <sub>a</sub> | —                              | —              | 0,300       | 93 × 81                         |
|   | CS 733-67 IS              | —                              | —              | 0,430       | 81 × 70                         |
|   | IAS <sub>2</sub>          | —                              | —              | 0,800       | 135 × 103                       |

#### *Izolatoare pentru LEA de medie tensiune*

|   |           |    |      |       |           |
|---|-----------|----|------|-------|-----------|
| Izolatoare de suspensie tip tijă 20 kV — NI 2734-70 | ITfs 60/6 | 21 | 6570 | 9,50  | 485 × 120 |
|   | ITfs 60/7 | 21 | 6570 | 10,10 | 530 × 120 |
| Izolatoare de susținere tip suport — NI 2709-70     | IS-Ns 10A | 25 | 981  | 5,28  | 172 × 140 |
|   | IS-Ns 10B | 25 | 981  | 5,67  | 172 × 140 |
|   | IS-Ns 20A | 25 | 981  | 7,34  | 246 × 165 |
|   | IS-Ns 20B | 25 | 981  | 7,77  | 246 × 165 |
| Izolatoare suport Δ STAS 2513-73                    | Δ35       | —  | 2452 | —     | 287 × 267 |

Notă. 1. Semnificația notației din capul tabelului:  $s_{cM}$  — secțiunea maximă a conductorului (pentru JT), mm<sup>2</sup>;  $\varnothing_{cM}$  — diametrul maxim al conductorului (pentru MT), mm;  $F_r$  — forța de rupere.

2. Izolatoarele Δ se folosesc cu suporturi metalice STAS 411-67.

## 2.3.3.2. Izolatoare pentru stații electrice

| Suporturi și treceri izolante | Denumirea — Tipul             |  | Elementele componente           | STAS        |
|-------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-------------|
|                               | Suporturi izolante:           |  |                                 |             |
|                               | I-3,75-20÷195-SO;SR           |  | Io+CI+SOI sau<br>SRI+DI         | 1785-73; 80 |
|                               | I-7,50-20÷250-SO;SR           |  | Ie+Ci+SOI sau<br>SRI+DI         | 1785-73; 80 |
|                               | I-12,5-20÷170-SP              |  | Ie+CI+SP+DI                     | 1785-73; 80 |
|                               | I-3,75-75÷195                 |  | Ii+As+Ai                        | 5852-72; 80 |
|                               | I-7,50-75÷195                 |  | Ii+As+Ai                        | 5852-72; 80 |
|                               | I-12,5-75÷195                 |  | Ii+As+Ai                        | 5852-72; 80 |
|                               | Treceri izolante:             |  |                                 |             |
|                               | Ti-7,5-60; 75-T/<br>-400÷1000 |  | TB; TC+FO-Ti+Cr-<br>-Ti+T-Ti+M  | 1786-73; 80 |
|                               | Ti-7,5-60; 75-B/<br>630÷1000  |  | TB; TC+FO-Ti+<br>CL-Ti+B-Ti     | 1786-73; 80 |
|                               | Ti-12,5-60;<br>75-T/1000÷2000 |  | ITi+FP-Ti+CR-<br>-Ti+T-Ti+M     | 9979-74     |
|                               | Ti-12,5-60-B/1000             |  | ITi+FP-Ti+CL-<br>-Ti+B-Ti       | 9979-74     |
|                               | Ti-12,5-75-B/1000;<br>1250    |  | ITi+FP-Ti+CL-<br>Ti+B-Ti        | 9979-74     |
|                               | Te-7,5-60;<br>75-T/400÷1000   |  | TBe+FP-Te+CR-<br>-Ti+T-Ti+M     | 3538-74; 90 |
|                               | Te-7,5-125-T/400; 630         |  | ITe+FP-Te+Ci-<br>-Te+Ce-Te+T-Te | 10370-75    |

| Specificația       |  | Tipul       | $L_f$<br>mm | Masa<br>kg | Gabarit<br>$H \times D$ ,<br>mm |           |
|--------------------|--|-------------|-------------|------------|---------------------------------|-----------|
| 0                  | 1  | 2           | 3           | 4          | 5                               |           |
| Izolatoare diverse | Izolator de<br>MT tip su-<br>port pentru<br>stații inte-<br>rioare,<br>simbol: | 10-PA-75/3  | Sr-10       | —          | 3,90                            | 415 × 160 |
|                    |  | -CS 1013-73 | Sfm-10      | —          | 3,90                            | 283 × 160 |
|                    |  | 20-PA-125/4 | Sr-20       | —          | 8,00                            | 495 × 200 |
|                    |  | -CS 1013-73 | Sfm-20      | —          | 8,00                            | 405 × 200 |
|                    |  | 20-PB-125/4 | S4-B        | —          | 5,40                            | 338 × 160 |
|                    |  | -NI 2760-70 | S5-B        | —          | 5,40                            | 368 × 160 |
|                    | Izolator<br>suport de<br>exterior  | —           | S6-B        | —          | 5,40                            | 327 × 160 |
|                    |  | CS 472-65   | ISIS 1      | —          | 0,57                            | 97 × 110  |
|                    |  | —           | SN 6        | —          | 1,20                            | 90 × 140  |
|                    |  | CS 592-66   | Sce 35      | —          | 21,50                           | 250 × 370 |
|                    |  | CS 396-66   | SSE 35      | —          | 10,80                           | 370 × 286 |
|                    |  | CS 612-67   | SSECG       | —          | 13,60                           | 524 × 200 |



| 0               | 1          | 2            | 3    | 4     | 5          |
|-----------------|------------|--------------|------|-------|------------|
| Izolator de     | CS 1095-75 | 35-CB-200/5  | 720  | 28,00 | 536 × 190  |
| IT tip          | CS 1039-74 | 60-CB-350/13 | 1840 | 52,70 | 871 × 220  |
| coloană         | CS 1095-75 | 110CB-450/9  | 1725 | 65,20 | 1200 × 220 |
| ( $F_r = 8$ kN) | CS 1095-75 | 110CB-550/14 | 2650 | 72,30 | 1203 × 270 |

Notă. 1. Semnificația simbolurilor suporturilor și trecerilor izolante: I — suport izolant; Ii, Ie — izolator suport de interior, exterior; CI — capă; SOI, SRI, SP — soclu oval, rotund, pătrat; DI — disc de închidere; As, Ai — armătură superioară, inferioară; Ti — trecere izolantă interior-interior; FO — flanșă ovală; CR — capac pentru tijă rotundă; T, Ti — tijă de trecere; M — bușă de centrare; B-Ti — bară de trecere; FP-Ti — flanșă pătrată; CI-Ti — capac pentru bară lată; TB, TC — izolator de trecere de interior clasa A ( $F_r = 7,5$  kN), clasa B ( $F_r = 12,5$  kN); ITi — izolator de trecere interior; *prima grupă de cifre* — clasa de efort (corespunzătoare forței de rupere de încovoiere, respectiv 3 750, 7 500, 12 500 N); *a doua grupă de cifre* — tensiunea de ținere la impuls 20, 45, 60, 75, 125, 170, 195, 250 kV, corespunzătoare tensiunilor nominale de utilizare de 1, 3, 6, 10, 20, 30, 35, 45 kV.

2. Pentru trecerile izolante de tensiuni peste 10 kV se vor respecta prevederile STAS 2874-80.

### 2.3.3.3. Izolatoare pentru instalații de joasă tensiune

| Specificația   | Tipul      | $\varnothing_{eM}$ ,<br>mm | M,<br>kg | $H \times D$ ,<br>mm |         |
|--|------------|----------------------------|----------|----------------------|---------|
| 1  | 2          | 3                          | 4        | 5                    |         |
| Izolatoare rolă pentru<br>susținerea conductoa-<br>relor | NI 3618-74 | R 18                       | 8        | 0,006                | 18 × 6  |
|  |            | R 25                       | 10       | 0,020                | 25 × 25 |
|  |            | R 35                       | 12       | 0,060                | 35 × 35 |
|  |            | R 45                       | 18       | 0,120                | 45 × 45 |
|  |            | R 55                       | 20       | 0,220                | 55 × 55 |
|  |            | RC 35                      | 8        | 0,070                | 35 × 35 |
|  |            | RC 45                      | 11       | 0,070                | 45 × 45 |
|  |            | RC 55                      | 15       | 0,150                | 55 × 55 |
|  |            | Rm 12                      | 6        | 0,100                | 12 × 12 |
|  |            | Rm 20                      | 10       | 0,030                | 20 × 32 |
|  | CS 315-66  | IRM                        | 12       | 0,004                | 25 × 80 |
|  | CS 760-69  | DSI                        | 11       | 0,035                | 17 × 41 |
|  | CS 761-69  | RI                         | 6        | 0,230                | 12 × 17 |
|  | CS 818-70  | RCT-8                      | 11       | 0,600                | 27 × 41 |

| 1   |           | 2      | 3 | 4     | 5        |
|---|-----------|--------|---|-------|----------|
| Pipe pentru tuburi de protecție<br>CS 636-76 (corespunzătoare diametrelor interioare ale tuburilor) |           | P 9    | — | 0,11  | 35 × 19  |
|   |           | P 11   | — | 0,015 | 46 × 23  |
|   |           | P 13   | — | 0,020 | 52 × 25  |
|   |           | P 16   | — | 0,030 | 60 × 30  |
|   |           | P 23   | — | 0,060 | 80 × 38  |
|   |           | P 29   | — | 0,110 | 100 × 46 |
| Tile pentru tuburi de protecție<br>STAS 5764-73 (corespunzătoare diametrelor tuburilor)             |           | T 9    | — | 0,002 | 15 × 14  |
|   |           | T 11   | — | 0,005 | 18 × 20  |
|   |           | T 13,5 | — | 0,009 | 18 × 23  |
|   |           | T 16   | — | 0,007 | 18 × 25  |
|   |           | T 21   | — | 0,015 | 22 × 34  |
|   |           | T 23   | — | 0,020 | 22 × 36  |
|   |           | T 29   | — | 0,020 | 22 × 43  |
| Izolatoare pentru tracțiune electrică   | CS 156-66 | IBT    | — | 0,078 | 40 × 50  |
|   |           | IIT    | — | 0,080 | 29 × 50  |
|   |           | IM-S   | — | 0,300 | 63 × 35  |
|   |           | IALE   | — | 0,280 | 71 × 62  |
|   | CS 440-66 | IRT TV | — | 0,075 | 24 × 56  |
|   | CS 446-66 | ILT    | — | 0,400 | 64 × 69  |
|   | CS 462-65 | IS     | — | 0,650 | 120 × 90 |
|   | CS 652-67 | ISLT   | — | 0,150 | 52 × 62  |
|   | CS 695-70 | ICS    | — | 0,450 | 80 × 90  |
|   | —         | IM-1   | — | 0,180 | 39 × 65  |
|   | —         | IM-2   | — | 0,100 | 50 × 52  |
|   | —         | IM-3   | — | 0,150 | 86 × 49  |
|   | CS 732-68 | IM-4   | — | 0,100 | 36 × 50  |
|   | CS 667-76 | ISM-1  | — | 1,140 | 86 × 98  |
| Izolatoare de tracțiune electrică la macarale și poduri rulante                                     | CS 523-66 | ISM-3  | — | 0,450 | 55 × 100 |
|   | CS 790-69 | ISM-4  | — | 0,250 | 42 × 84  |
|   | CS 460-65 | IS     | — | 0,500 | 95 × 75  |
|   | CS 653-67 | IC     | — | 0,500 | 85 × 75  |
|   | CS 620-67 | ISLP   | — | 0,550 | 85 × 75  |
|   | CS 588-66 | IP 1   | — | 0,200 | 50 × 70  |
|   | CS 656-70 | ISPR   | — | 0,510 | 100 × 80 |
|   | CS 480-65 | IMPR   | — | 0,358 | 34 × 65  |

Notă. Semnificația notațiilor din capul tabelului este:  $\varnothing_{CM}$  — diametrul maxim al conductorului;  $M$  — masă;  $H \times D$  — înălțime  $\times$  diametrul (grosimea).

## 2.4. Materiale magnetice

### 2.4.1. Materiale magnetice moi (v. fig. 2.3, a)

| Denumirea materialelor | Compoziția %                  | Permeabilitatea $10^{-3} \cdot H/m$ |           | $H_c$<br>H/m | $4\pi J_s$<br>T |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------|-----------------|
|                        |                               | $\mu_i$                             | $\mu_m$   |              |                 |
| 1                      | 2                             | 3                                   | 4         | 5            | 6               |
| Fier sărac în carbon   | 99,8Fe + 0,2i                 | 0,151                               | 2,51      | 143,24       | 2,12            |
| Fier Armco             | 99,1Fe + 0,1i                 | 0,314                               | 8,792     | 63,66        | 2,2             |
| Carbonil               | 99,9Fe + 0,1i                 | 2,51 ÷ 5,02                         | 25,1 ÷ 27 | 6,37         | 2,17            |
| Fier-siliciu           | 96Fe + 4Si                    | 0,629                               | 8,792     | 39,79        | 1,97            |
| Idem, texturat         | 97Fe + 3Si                    | 1,884                               | 50,2      | 7,96         | 2,00            |
| Alsfier (sendurst)     | 85Fe + 9,5Si +<br>+ 5,5Al     | 37,68                               | 150,72    | 3,98         | 1,00            |
| Radiometal             | 50Fe + 47Ni +<br>+ 3Cu        | 3,14                                | 31,4      | 23,87        | 1,56            |
| Megaperm 6510          | 65Ni + 10Mn +<br>+ 25Fe       | 6,027                               | 31,4      | 6,37         | 0,86            |
| Permalloy 45           | 55Fe + 45Ni                   | 3,14                                | 31,4      | 23,87        | 1,60            |
| Idem 50 texturat       | 50Fe + 50Ni                   | 6,28                                | 251       | 3,98         | 1,56            |
| Permalloy 65           | 65Ni + 35Fe                   | 12,56                               | 125,6     | 7,96         | 1,30            |
| Permalloy 68           | 68Ni + 32Fe                   | 1,507                               | 314       | 2,39         | 1,30            |
| Permalloy 78           | 78,5Ni + 21,5Fe               | 12,56                               | 125,6     | 3,98         | 1,08            |
| Permalloy cu crom      | 78,5Ni + 3,8Cr +<br>+ 17,7Fe  | 15,07                               | 73,6      | 2,39         | 0,80            |
| Permalloy cu molibden  | 78,5Ni - 3,8Mo +<br>+ 17,7Fe  | 15,07                               | 150,72    | 3,18         | 0,87            |
| Aliaj 1040             | 72Ni + 14Cu +<br>+ 3Mo + 11Fe | 5,02                                | 125,6     | 31,59        | 0,65            |
| Mumetal                | 77Ni + 5Cu +<br>+ 2Cr + 16Fe  | 25,1                                | 125,6     | 3,98         | 0,72            |
| Supermalloy            | 79Ni - 5Mo +<br>+ 16Fe        | 125,6                               | 1256      | 0,23         | 0,80            |
| Dynamax                | 65Ni + 2Mo +<br>+ 33Fe        | —                                   | 1884      | 0,40         | —               |

| Materi-<br>alul          | Calitate<br>material | $\rho_H$ , W/kg |          | Inducție magnetică $B$ , T |      |      |      | Masa, kg/dm <sup>3</sup> |             |
|--------------------------|----------------------|-----------------|----------|----------------------------|------|------|------|--------------------------|-------------|
|                          |                      | $P_{10}$        | $P_{15}$ | B25                        | B50  | B100 | B300 | fără<br>oxizi            | cu<br>oxizi |
| 1                        | 2                    | 3               | 4        | 5                          | 6    | 7    | 8    | 9                        | 10          |
| Tablă<br>sil-<br>icioasă | EI-3,5               | 3,5             | 8,2      | 1,53                       | 1,63 | 1,75 | 1,98 | 7,85                     | 7,80        |
|                          | EII-3,0              | 3,0             | 7,1      | 1,50                       | 1,62 | 1,75 | 1,98 | 7,80                     | 7,75        |
|                          | EII-2,6              | 2,6             | 6,1      | 1,50                       | 1,62 | 1,75 | 1,98 | 7,80                     | 7,75        |



|                         | 1        | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10 |
|-------------------------|----------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|----|
| Tablă<br>sili-<br>ciosă | EIII-2,4 | 2,4 | 5,8 | 1,48 | 1,59 | 1,73 | 1,95 | 7,70 | 7,65 |    |
|                         | EIII-2,2 | 2,2 | 5,8 | 1,48 | 1,59 | 1,73 | 1,95 | 7,70 | 7,65 |    |
|                         | EIII-2   | 2,0 | 4,9 | 1,46 | 1,57 | 1,72 | 1,94 | 7,70 | 7,65 |    |

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este  $\mu_i$  — permitivitatea inițială;  $\mu_M$  — permitivitatea maximă;  $H_c$  — forța coercitivă;  $4\pi J_s$  — intensitatea de magnetizare la saturație;  $\phi_H$  — pierderi prin histerezis;  $P_{10}$ ,  $P_{15}$  — magnetizare în cicluri în câmp magnetic 50 Hz pentru valorile de vîrf  $B_H = 1$ ; 1,5 Wb/m<sup>2</sup> la 20°C;  $B_{25...300}$  — inducția magnetică corespunzătoare cîmpurilor  $H = 25...300$  A/cm.

## 2.4.2. Materiale magnetice dure (v. fig. 2.3, b)

| Denumirea | Codul | $B_r$<br>T | $H_{cB}$<br>kA/m | $(BH)_M$<br>kJ/m <sup>3</sup> | $H_{cJ}$<br>kA/m | $\mu_{rev}$ | $\gamma$<br>g/cm <sup>3</sup> |
|-----------|-------|------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------|
| 1         | 2     | 3          | 4                | 5                             | 6                | 7           | 8                             |

### Materiale metalice magnetice dure

|                  |       |        |      |     |    |     |     |     |
|------------------|-------|--------|------|-----|----|-----|-----|-----|
| Aliaje           | 8/4   | R1-0-1 | 0,50 | 36  | 8  | 37  | 4,5 | 7,1 |
| alnico           | 10/5  | R1-0-2 | 0,60 | 50  | 10 | 51  | 4,0 | 7,1 |
| izotrope:        | 14/5  | R1-0-3 | 0,65 | 54  | 14 | 56  | 4,0 | 7,1 |
|                  | 14/8  | R1-0-4 | 0,60 | 72  | 14 | 78  | 3,0 | 7,1 |
|                  | 18/9  | R1-0-5 | 0,62 | 80  | 18 | 86  | 3,0 | 7,0 |
| Idem, în liant   |       | R1-2-1 | 0,29 | 72  | 7  | 78  | 2,0 | 5,5 |
| Aliaje           | 13/5  | R1-1-0 | 0,70 | 48  | 13 | 49  | 5,0 | 7,1 |
| alnico           | 30/4  | R1-1-1 | 1,15 | 40  | 31 | 41  | 5,0 | 7,2 |
| anizo-<br>trope: | 35/5  | R1-1-2 | 1,18 | 48  | 35 | 49  | 5,0 | 7,2 |
|                  | 28/7  | R1-1-3 | 0,85 | 64  | 28 | 65  | 4,0 | 7,2 |
|                  | 44/5  | R1-1-4 | 1,26 | 50  | 44 | 51  | 4,0 | 7,2 |
|                  | 50/6  | R1-1-5 | 1,26 | 56  | 50 | 57  | 3,0 | 7,2 |
|                  | 56/6  | R1-1-6 | 1,30 | 56  | 56 | 57  | 3,0 | 7,2 |
|                  | 56/7  | R1-1-7 | 1,22 | 65  | 56 | 66  | 3,0 | 7,2 |
|                  | 28/10 | R1-1-8 | 0,80 | 100 | 28 | 104 | 2,0 | 7,3 |
|                  | 60/11 | R1-1-9 | 0,90 | 110 | 60 | 112 | 2,0 | 7,3 |

### Materiale oxidice magnetice dure

|                           |       |         |       |     |      |     |     |     |
|---------------------------|-------|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|
| Ferită dură izo-<br>tropă | 6/20  | S1-0-J1 | 0,20  | 116 | 5,6  | 200 | 1,2 | 4,8 |
| Idem, în liant            |       | S1-2-L1 | 0,135 | 91  | 3,0  | 181 | 1,1 | 4,0 |
| Ferită                    | 20/22 | S1-1-K0 | 0,32  | 215 | 20,0 | 223 | 1,1 | 4,6 |

|        | 1     | 2       | 3    | 4   | 5    | 6   | 7    | 8   |
|--------|-------|---------|------|-----|------|-----|------|-----|
| Ferită | 22/14 | S1-1-K1 | 0,35 | 131 | 22,3 | 135 | 1,1  | 4,6 |
| dură   | 25/13 | S1-1-K2 | 0,37 | 130 | 24,8 | 135 | 1,1  | 4,8 |
| anizo- | 27/13 | S1-1-K3 | 0,39 | 130 | 27,1 | 135 | 1,1  | 4,9 |
| tropă: | 24/23 | S1-1-K4 | 0,36 | 223 | 23,9 | 231 | 1,05 | 4,6 |
|        | 27/23 | S1-1-K5 | 0,38 | 223 | 27,1 | 131 | 1,05 | 4,8 |

Notă. 1. Simbolizare:  $B_r$  — inducția magnetică remanentă;  $H_c$  — forță coercitivă;  $\mu_{rev}$  — permeabilitate reversibilă;  $\gamma$  — greutate specifică.

2. Compoziția materialelor. Alnico: Al, Cu, Ti, Nb, V, Fe în diferite %; Ferite:  $Fe_2O_3$ , BaO, SrO, PbO în diferite % (STAS 6822-83).

3. După magnetizare la saturație, rămân cu o energie magnetică specifică mare, făcându-le proprii utilizării în construcția magneților permanenți din componența circuitelor magnetice statice și dinamice.

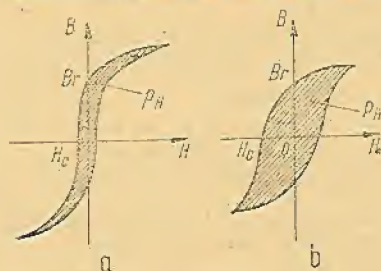


Fig. 2.3. Curba histerezis la materialele magnetice:

a — moi; b — dure.

## 2.5. Materiale de protecție mecanică și de susținere în instalațiile electrice

### 2.5.1. Tuburi și țevi de protecție a conductoarelor

#### 2.5.1.1. Tuburi și țevi de protecție a conductelor izolate

| Mărimea nominală | $d_e$<br>mm | $g$<br>mm | Masa<br>kg/m | Nr. conductoare FY, AFY protejate în tub/secțiunea conductorului, în mm <sup>2</sup> |
|------------------|-------------|-----------|--------------|--|
| 1                | 2           | 3         | 4            | 5  |

Tub izolant IPY — STAS 6990-77

|    |    |     |       |  |
|----|----|-----|-------|--|
| 13 | 13 | 1,0 | 0,066 | 1/6 — 2/1,5 — 3/1,5 — 4/1                      |
| 16 | 16 | 1,0 | 0,081 | 1/16 — 2/6 — 3/2,5 — 4/1,5 — 5/1,5 — 6/1 — 7/1 |
| 18 | 18 | 1,0 | 0,091 | 1/25 — 3/6 — 4/2,5 — 5/2,5 — 6/1,5 — 7/1,5     |

| 1  | 2  | 3   | 4     | 5  |
|----|----|-----|-------|--|
| 25 | 25 | 1,3 | 0,160 | 1/50-2/16-3/10-4; 5/6-6/4-7/2,5          |
| 32 | 32 | 1,6 | 0,250 | 1/95-2/25-3/25-4/10-5/10-6/6             |
| 39 | 39 | 1,8 | 0,340 | 1/120-2/50-3/35-4/25-5/16-<br>-6/10-7/10 |

*Tub izolat IPEY - STAS 6990-77*

|    |    |     |       |   |
|----|----|-----|-------|---|
| 16 | 16 | 1,0 | 0,081 | 1/16-2/2,5-3/1,5-4/1                    |
| 20 | 20 | 1,3 | 0,128 | 2/4-3/2,5-4/1,5-5/1,5-6/1               |
| 25 | 25 | 1,3 | 0,160 | 1/50-2/10-3/6-4/6-5/4-6/2,5-<br>-7/1,5  |
| 32 | 32 | 1,6 | 0,250 | 1/95-2/25-3/16-4/10-5/10-6/6-<br>-7/4   |
| 40 | 40 | 1,8 | 0,352 | 1/185-2/50-3/35-4/25-5/16-<br>-6/10-7/6 |
| 50 | 50 | 2,0 | 0,484 | 2/95-3/70-4/50-5/35-6/25-7/16           |
| 63 | 63 | 2,0 | 0,609 | 2/150-3/95-4/70-5/63-6/35-7/35          |

*Tub PEL - STAS 7983-80*

|      |      |      |      |   |
|------|------|------|------|---|
| 16,1 | 18,6 | 1,25 | 0,54 | 1/25-2/6-3/4-4/2,5-5/1,5                |
| 17,9 | 20,4 | 1,25 | 0,59 | 1/35-3/6-4/4-5/2,5-7/1,5                |
| 20,0 | 22,5 | 1,25 | 0,66 | 1/50-2/10-3/10-4/6-5/4-6/2,5-<br>-7/1,5 |
| 25,5 | 28,3 | 1,40 | 0,93 | 1/70-2/25-3/16-4/10-5/6-6/6-7/6         |
| 34,2 | 37,0 | 1,40 | 1,23 | 1/185-2/50-3/35-4/25-5/16-<br>-6/10-7/6 |
| 44,0 | 47,0 | 1,50 | 1,68 | 2/70-3/50-4/35-5/25-6/16-7/10           |

*Țevi din oțel fără sudură - STAS 530/1-80*

|    |    |     |       |   |
|----|----|-----|-------|---|
| 12 | 12 | 1,5 | 0,388 | 1/6-2/2,5-3/1,5-4/1                       |
| 16 | 16 | 1,5 | 0,536 | 1/10-2/4-3/4-4/2,5-5/1,5-<br>-6/1,5-7/1,5 |
| 20 | 20 | 1,5 | 0,684 | 1/25-2/10-3/10-4/6-5/2,5-6/2,5            |
| 28 | 28 | 2,0 | 1,280 | 1/70-2/25-4/10-5/10-6/6-7/2,5             |
| 35 | 35 | 2,0 | 1,630 | 1/120-2/50-3/25-4/16-6/10-7/4             |
| 42 | 42 | 2,0 | 1,870 | 1/185-2/70-3/50-4/25-5/25-7/10            |
| 53 | 53 | 3,0 | 3,700 | 1/240-2/95-3/70-4/50-5/35-<br>-6/35-7/16  |
| 70 | 70 | 4,0 | 6,510 | 2/185-3/120-4/95-5/70-7/35                |
| 80 | 80 | 4,0 | 8,380 | 2+240-3/185-4/185-5/120-<br>-6/70-7/50    |

Notă. 1. Simbolizarea tuburilor: *I* — izolante; *P* — de protecție; *E* — etanșe; *Y* — din PVC; *L* — lăcuite.

2. Tuburile IPY — alb-gălbui până la cafeiniu — și IPEY — vernil — se manipulează și montează la temperaturi de +5 ... +40°C; tensiuni nominal



660 V, respectiv 1 000 V; accesorii de montaj (STAS 552-80): doze de aparat tip AIP (metalice) și DMPA 13, 16, 18, 25 (din material plastic); doze de ramificație: RIPR 11; 13,5; 16; 23 și RIPP 29; 36 (metalice) și DMPR 13, 16, 18 (din material plastic).

3. Tuburile PEL se livrează cu manșoane de legătură corespunzătoare diametrului nominal (numai la cerere, fără).

4. Fixarea tuburilor aparent sau pe console se face cu bride de oțel cu una sau două urechi, respectiv tipurile: BM1-14; 17; 20; 22,5; 25; 29; 32 și BM2-40, 45, 50, 55, 60, 65.

### 2.5.1.2. Tuburi, blocuri și țevi de protecția cablurilor electrice

| Denumirea   | Caracteristici de utilizare   |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
|---|---|-------------------|-------|-------|-------|-----|--------------------|-----------------|-----|-----|-----|----------------------|-------|-----------------|------------------------------|-------|---|----|----|----|---------------------------|----|---|-----|-----|-----|--|-----|---|-------|-------|-------|--|-------|---|-----|-----|-----|-------------------|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|
| Tub întreg de beton — STAS 4905-72  | $d_i = 93 \text{ mm}$ ; $g = 23 \text{ mm}$ ; $L = 1,05 \text{ m}$  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Tub din două bucăți de beton — STAS 4905-72   | $d_i = 93 \text{ mm}$ ; $g = 23 \text{ mm}$ ; $L = 0,55 \text{ m}$  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Bloc întreg de beton — STAS 4905-72   | 4 găuri $d = 93 \text{ mm}$ ; $l = 240 \text{ mm}$ ; $L = 1\,000 \text{ mm}$  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Bloc beton din 3 bucăți — STAS 4905-72  | 4 găuri $d = 93 \text{ mm}$ ; $l = 240 \text{ mm}$ ; $L = 510 \text{ mm}$   |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Tub de beton canalizare STAS 816-80   | <table><tr><td><math>d_i, \text{ mm}</math></td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>300</td><td>400</td></tr><tr><td><math>g, \text{ mm}</math></td><td>22</td><td>24</td><td>26</td><td>36</td><td>42</td></tr><tr><td><math>L, \text{ mm}</math></td><td>1000; 1250; 1500; 2000; 2500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td colspan="5"><math>L = 3\,000 \text{ mm}</math>;</td></tr><tr><td></td><td colspan="5"><math>d_i = 80, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}</math></td></tr><tr><td></td><td colspan="5"><math>d_i = 75, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}</math>;</td></tr><tr><td></td><td colspan="5"><math>L = 1 \text{ m}</math></td></tr></table>   | $d_i, \text{ mm}$ | 100   | 150   | 200   | 300 | 400                | $g, \text{ mm}$ | 22  | 24  | 26  | 36                   | 42    | $L, \text{ mm}$ | 1000; 1250; 1500; 2000; 2500 |       |   |    |    |    | $L = 3\,000 \text{ mm}$ ; |    |   |     |     |     | $d_i = 80, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}$ |     |   |       |       |       | $d_i = 75, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}$ ; |       |   |     |     |     | $L = 1 \text{ m}$ |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| $d_i, \text{ mm}$   | 100   | 150               | 200   | 300   | 400   |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| $g, \text{ mm}$   | 22  | 24                | 26    | 36    | 42    |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| $L, \text{ mm}$   | 1000; 1250; 1500; 2000; 2500  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
|   | $L = 3\,000 \text{ mm}$ ;   |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
|   | $d_i = 80, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}$  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
|   | $d_i = 75, 100, 125, 200, 250, 300 \text{ mm}$ ;  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
|   | $L = 1 \text{ m}$   |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Tub de azbociment — STAS 7345/1-75  | vezi § 2.5.1.1 pentru dimensiuni  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Tub gresie NI 743-68  | vezi § 2.5.1.1 pentru dimensiuni  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Țevi oțel STAS 530/2-80   | 1. $d_e, \text{ mm}$  |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Țevi din PVC — tip 1 — STAS 6675/2-80   | <table><tr><td></td><td>16</td><td>20</td><td>25</td><td>32</td></tr><tr><td>2. <math>g, \text{ mm}</math></td><td>1,0</td><td>1,1</td><td>1,3</td><td>1,6</td></tr><tr><td>3. <math>M, \text{ kg/m}</math></td><td>0,075</td><td>0,105</td><td>0,148</td><td>0,239</td></tr><tr><td>1</td><td>40</td><td>50</td><td>63</td><td>75</td><td>90</td></tr><tr><td>2</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td></tr><tr><td>3</td><td>0,334</td><td>0,442</td><td>0,536</td><td>0,642</td><td>0,774</td></tr><tr><td>1</td><td>110</td><td>125</td><td>140</td><td>160</td><td>250</td></tr><tr><td>2</td><td>2,2</td><td>2,5</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,9</td></tr><tr><td>3</td><td>1,14</td><td>1,47</td><td>1,84</td><td>2,38</td><td>5,65</td></tr></table> |                   | 16    | 20    | 25    | 32  | 2. $g, \text{ mm}$ | 1,0             | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 3. $M, \text{ kg/m}$ | 0,075 | 0,105           | 0,148                        | 0,239 | 1 | 40 | 50 | 63 | 75                        | 90 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8  | 1,8 | 3 | 0,334 | 0,442 | 0,536 | 0,642  | 0,774 | 1 | 110 | 125 | 140 | 160               | 250 | 2 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 4,9 | 3 | 1,14 | 1,47 | 1,84 | 2,38 | 5,65 |
|   | 16  | 20                | 25    | 32    |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 2. $g, \text{ mm}$  | 1,0   | 1,1               | 1,3   | 1,6   |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 3. $M, \text{ kg/m}$  | 0,075   | 0,105             | 0,148 | 0,239 |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 1   | 40  | 50                | 63    | 75    | 90    |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 2   | 1,8   | 1,8               | 1,8   | 1,8   | 1,8   |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 3   | 0,334   | 0,442             | 0,536 | 0,642 | 0,774 |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 1   | 110   | 125               | 140   | 160   | 250   |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 2   | 2,2   | 2,5               | 2,8   | 3,2   | 4,9   |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| 3   | 1,14  | 1,47              | 1,84  | 2,38  | 5,65  |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |
| Notă comună. La alegerea materialelor se va ține seama ca diametrul său interior să fie minimum $1,5 \times$ diametrul cablului protejat. |   |                   |       |       |       |     |                    |                 |     |     |     |                      |       |                 |                              |       |   |    |    |    |                           |    |   |     |     |     |  |     |   |       |       |       |  |       |   |     |     |     |                   |     |   |     |     |     |     |     |   |      |      |      |      |      |

## 2.5.2. Semifabricate metalice

### 2.5.2.1. Profile din oțel laminate la cald

| Oțel cornier cu aripi egale — STAS 428-80 |       | Oțel IE economic STAS 7550-66 |                   |      | Oțel pătrat STAS 334-80 |        |
|---|-------|-------------------------------|-------------------|------|-------------------------|--------|
| $a \times a \times g$ , mm                | kg/m  | $h$ , cm                      | $b \times d$ , mm | kg/m | $a$ , mm                | kg/m   |
| 20×20×4                                   | 1,47  | 18                            | 90×5,1            | 18,4 | 14                      | 1,510  |
| 30×30×4                                   | 1,78  | 20                            | 100×5,2           | 21,0 | 16                      | 2,010  |
| 40×40×4                                   | 2,42  | 22                            | 110×5,4           | 24,0 | 18                      | 2,540  |
| 40×40×5                                   | 2,97  | 24                            | 115×5,6           | 27,3 | 20                      | 3,140  |
| 50×50×5                                   | 3,77  | Oțel UE economic STAS 7551-66 |                   |      | 25                      | 4,190  |
| 50×50×6                                   | 4,47  |                               |                   |      | 30                      | 7,040  |
| 60×60×6                                   | 5,42  |                               |                   |      | 36                      | 10,200 |
| 60×60×8                                   | 7,09  |                               |                   |      | 40                      | 12,600 |
| 70×70×7                                   | 7,38  | $h$ , cm                      | $b \times d$ , mm | kg/m | 45                      | 13,900 |
| 70×70×8                                   | 9,63  |                               |                   |      | 50                      | 19,600 |
| 100×100×10                                | 15,00 |                               |                   |      | 56                      | 24,600 |
|   |       | 18                            | 70×5,1            | 8,7  |                         |        |
|   |       | 20                            | 76×5,2            | 9,0  |                         |        |
|   |       | 24                            | 90×5,6            | 10,0 |                         |        |

| Oțel cornier cu aripi neegale — STAS 425-80 |       | Oțel T3 cu aripi egale STAS 566-80 |          |       | Oțel beton STAS 438/1-80 |       |
|---|-------|------------------------------------|----------|-------|--------------------------|-------|
| $a \times b \times g$ , mm                  | kg/m  | $a$ , cm                           | $g$ , mm | kg/m  | $d$ , mm                 | kg/m  |
| 80×65×8                                     | 8,66  | 3                                  | 4        | 1,77  | 6                        | 0,222 |
| 100×75×9                                    | 11,80 | 4                                  | 5        | 2,96  | 8                        | 0,295 |
| Oțel lat 395-80                             |       |                                    |          |       | 10                       | 0,617 |
|   |       |                                    |          |       | 12                       | 0,888 |
| Masa liniară, kg/m, pentru $b$ , mm         |       |                                    |          |       | 14                       | 1,210 |
|   |       |                                    |          |       | 16                       | 1,580 |
| $a$ mm                                      | 5     | 8                                  | 10       | 12    | 18                       | 1,990 |
| 50  | 196   | 3,14                               | 3,92     | —     | 20                       | 2,470 |
| 70  | —     | 4,40                               | 5,49     | 6,59  | 22                       | 2,980 |
| 100   | —     | 6,28                               | 7,85     | 9,42  | 25                       | 3,850 |
| 120   | —     | 7,54                               | 9,42     | 11,30 | 32                       | 6,310 |
| 130   | —     | 8,16                               | 10,20    | 12,20 | 40                       | 9,860 |
| 150   | —     | 9,42                               | 11,80    | 14,10 |                          |       |
|   |       |                                    |          | 18,80 |                          |       |

#### \* Bandă de oțel STAS 908-80

| $a$ mm | kg/m pentru $b$ , mm: |       |       | $a$ mm | kg/m pentru $b$ , mm: |       |       |
|--------|-----------------------|-------|-------|--------|-----------------------|-------|-------|
|        | 3                     | 3,5   | 4     |        | 3                     | 3,5   | 4     |
| 1      | 2                     | 3     | 4     | 5      | 6                     | 7     | 8     |
| 20     | 0,471                 | 0,550 | 0,628 | 65     | 1,531                 | 1,786 | 2,041 |
| 25     | 0,589                 | 0,667 | 0,785 | 70     | 1,649                 | 1,923 | 2,198 |

| 1  | 2     | 3     | 4     | 5   | 6     | 7     | 8     |
|----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 30 | 0,707 | 0,824 | 0,942 | 75  | 1,766 | 2,061 | 2,335 |
| 35 | 0,824 | 0,962 | 1,099 | 80  | 1,884 | 2,198 | 2,512 |
| 40 | 0,942 | 1,099 | 1,256 | 85  | 2,022 | 2,335 | 2,669 |
| 45 | 1,060 | 1,236 | 1,413 | 90  | 2,120 | 2,473 | 2,826 |
| 50 | 1,170 | 1,374 | 1,570 | 95  | 2,237 | 2,610 | 2,983 |
| 55 | 1,295 | 1,511 | 1,727 | 100 | 2,355 | 2,748 | 3,140 |
| 60 | 1,413 | 1,649 | 1,884 | 200 | 4,710 | 5,495 | 6,280 |

Notă. 1. Semnificația literelor de cotă în fig. 2.4.

2. Pentru instalații se folosește OL 37.

### 2.5.2.2. Profile din bandă de oțel formate la rece

Profil cornier cu aripi egale L  $a \times a \times g$  BC — STAS 7836/1-80

| $a \times a \times g$ , mm | kg/m | $a \times a \times g$ , mm | kg/m | $a \times a \times g$ , mm | kg/m |
|----------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|
| 20×20×1,0                  | 0,38 | 40×40×3,5                  | 2,60 | 60×60×5,0                  | 4,35 |
| 20×20×1,5                  | 0,44 | 45×45×2,5                  | 1,68 | 60×60×6,0                  | 5,11 |
| 25×25×1,5                  | 0,56 | 45×45×3,0                  | 1,99 | 80×80×3,0                  | 3,64 |
| 25×25×2,0                  | 0,73 | 45×45×3,5                  | 2,49 | 80×80×4,0                  | 4,79 |
| 30×30×1,5                  | 0,67 | 45×45×4,0                  | 2,59 | 80×80×5,0                  | 5,92 |
| 30×30×2,0                  | 0,88 | 50×50×2,5                  | 1,88 | 80×80×6,0                  | 6,99 |
| 30×30×2,5                  | 1,09 | 50×50×3,0                  | 2,23 | 80×80×7,0                  | 8,07 |
| 35×35×2,0                  | 1,12 | 50×50×3,5                  | 2,80 | 100×100×4,0                | 6,05 |
| 35×35×3,0                  | 1,60 | 50×50×4,0                  | 2,91 | 100×100×4,5                | 6,80 |
| 40×40×2,0                  | 1,20 | 60×60×3,0                  | 2,70 | 100×100×5,0                | 7,49 |
| 40×40×2,5                  | 1,49 | 60×60×4,0                  | 3,53 | 100×100×6,0                | 8,37 |
| 40×40×3,0                  | 1,76 | 60×60×4,5                  | 3,80 | 120×120×5,0                | 9,06 |

Profil cornier cu aripi neegale L  $a \times b \times g$  BC — STAS 8250-80

| $a \times b \times g$ , mm | kg/m | $a \times b \times g$ , mm | kg/m | $a \times b \times g$ , mm | kg/m |
|----------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|------|
| 22×20×1,5                  | 0,46 | 50×25×2,0                  | 1,43 | 80×40×3,0                  | 3,44 |
| 30×25×2,5                  | 0,99 | 50×40×3,0                  | 1,99 | 80×50×4,0                  | 3,85 |
| 40×20×2,0                  | 0,88 | 60×40×3,0                  | 2,84 | 80×60×5,0                  | 6,55 |
| 40×25×2,0                  | 0,96 | 60×50×4,0                  | 4,10 | 100×50×4,0                 | 5,70 |
| 40×30×3,0                  | 1,94 | 70×50×3,0                  | 3,44 | 100×60×3,0                 | 3,64 |
| 45×25×1,0                  | 0,68 | 70×50×4,0                  | 4,50 | 100×60×4,0                 | 4,79 |
| 45×30×3,0                  | 2,09 | 70×50×5,0                  | 5,55 | 100×60×5,0                 | 5,92 |



Profil U cu aripi egale U  $h \times b \times g$  BC — STAS 7385/1-80

| $h \times b \times g$ , mm | kg/m | $h \times b \times g$ , mm | kg/m  | $h \times b \times g$ , mm | kg/m  |
|----------------------------|------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|
| 20×20×1,5                  | 0,64 | 70×70×3,0                  | 4,69  | 140×60×3,0                 | 5,87  |
| 25×25×1,5                  | 0,82 | 80×25×3,0                  | 2,81  | 140×70×3,0                 | 6,34  |
| 25×50×2,5                  | 1,84 | 80×30×3,0                  | 3,04  | 140×80×3,0                 | 6,81  |
| 30×15×1,5                  | 0,64 | 80×40×3,0                  | 3,51  | 140×100×4,0                | 10,21 |
| 30×20×1,5                  | 0,76 | 80×45×4,0                  | 4,87  | 160×25×2,5                 | 4,11  |
| 35×15×2,0                  | 0,80 | 80×60×4,0                  | 5,81  | 160×40×3,0                 | 5,10  |
| 35×20×1,5                  | 0,82 | 80×70×4,0                  | 6,44  | 160×60×3,0                 | 6,34  |
| 40×20×2,0                  | 1,14 | 80×80×4,0                  | 7,07  | 160×80×3,0                 | 7,28  |
| 40×25×2,0                  | 1,29 | 100×25×2,0                 | 2,24  | 180×50×3,0                 | 6,34  |
| 40×32×2,0                  | 1,52 | 100×40×2,0                 | 2,71  | 180×60×3,0                 | 6,81  |
| 40×40×2,0                  | 1,77 | 100×45×3,0                 | 4,15  | 180×80×4,0                 | 10,21 |
| 40×50×3,0                  | 3,04 | 100×50×3,0                 | 5,68  | 180×100×4,0                | 11,46 |
| 40×60×3,0                  | 3,51 | 100×60×4,0                 | 6,80  | 200×25×3,0                 | 5,63  |
| 50×25×2,0                  | 1,45 | 100×70×6,0                 | 10,21 | 200×40×4,0                 | 8,32  |
| 50×32×2,0                  | 1,67 | 100×80×4,0                 | 7,70  | 200×50×3,0                 | 8,68  |
| 50×40×2,5                  | 2,38 | 100×100×4,0                | 8,95  | 200×60×3,0                 | 9,28  |
| 50×50×3,0                  | 3,28 | 120×30×3,0                 | 3,99  | 200×70×4,0                 | 10,21 |
| 60×20×2,0                  | 1,45 | 120×40×3,0                 | 4,47  | 200×80×4,0                 | 13,80 |
| 60×35×2,0                  | 1,61 | 120×45×3,0                 | 4,69  | 200×100×4,0                | 15,40 |
| 60×30×2,0                  | 1,77 | 120×50×3,0                 | 4,93  | 200×120×5,0                | 16,56 |
| 60×40×2,5                  | 2,58 | 120×60×3,0                 | 5,40  | 240×65×5,0                 | 13,81 |
| 60×50×3,0                  | 3,51 | 120×80×3,0                 | 6,34  | 240×90×5,0                 | 15,77 |
| 60×60×3,0                  | 3,99 | 120×100×4,0                | 9,58  | 260×40×4,0                 | 10,21 |
| 70×40×2,5                  | 2,77 | 120×120×4,0                | 10,84 | 300×50×4,0                 | 13,80 |
| 70×50×3,0                  | 3,75 | 140×40×3,0                 | 4,93  | 320×45×5,0                 | 15,38 |
| 70×60×3,0                  | 4,22 | 140×50×3,0                 | 5,40  | 320×50×5,0                 | 16,30 |

Profil Z cu aripi egale  
STAS 8296-80Profil cu aripi egale  
STAS 8367-80Profil T cu aripi  
STAS 8249-80

| $h \times b \times g$ , mm              | kg/m  | $h \times b \times a \times g$ , mm | kg/m  | $b \times h \times g$ , mm   | kg/m |
|---|-------|-------------------------------------|-------|--|------|
| 43×17×2,0                               | 1,09  | 20×45×14×2                          | 1,93  | 30×30×1,5  | 0,98 |
| 53×17×3,0                               | 1,80  | 25×13,3×15×2                        | 1,05  | 30×30×2,0  | 1,28 |
| 80×40×3,0                               | 3,52  | 25×46,7×15×2                        | 2,10  | 40×40×1,5  | 1,33 |
| 150×70×5,0                              | 10,67 | 25×46,7×25×2                        | 2,41  | 40×40×2,0  | 1,75 |
| Profil Z cu aripi egale<br>STAS 8609-80 |       | 30×32×13,5×2                        | 1,67  | 50×50×1,5  | 1,69 |
|   |       | 30×15×16,5×2                        | 0,97  | 50×50×2,0  | 2,22 |
|   |       | 40×25×15×2                          | 1,65  |  |      |
|   |       | 50×20×16×2                          | 0,68  |  |      |
|   |       | 50×20×20×2                          | 1,81  |  |      |
|   |       | 50×29×13×1                          | 0,99  |  |      |
|   |       | 95×20×20×2                          | 2,51  |  |      |
| $h \times B \times b \times g$ , mm     | kg/m  | 96×64×46×4                          | 8,90  | Notă. 1. Semnificația<br>literelor de cotă este<br>dată în fig. 2.4.<br>2. Material: oțel de<br>uz general OL 32<br>STAS 500/2-80. |      |
| 35×45×32×1,5                            | 1,26  | 160×80×32×4                         | 11,12 |  |      |
| 80×40×32×3,0                            | 3,33  |                                     |       |  |      |
| 95×50×25×3,0                            | 3,75  |                                     |       |  |      |
| 100×50×40×3,0                           | 4,22  |                                     |       |  |      |
| 120×50×25×4,0                           | 5,66  |                                     |       |  |      |

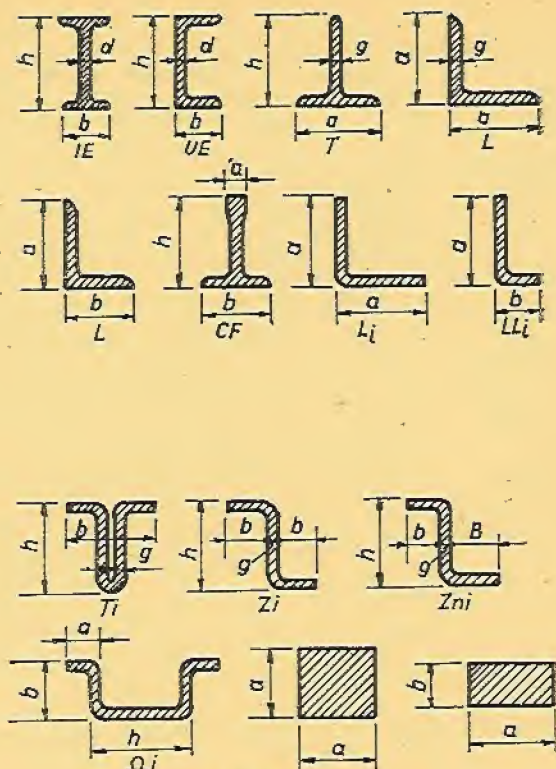


Fig. 2.4. Profile din oțel.

### 2.5.2.3. Table și împletituri din sîrmă de oțel

Tablă pentru construcții metalice  
STAS 901-80

Material: oțel de uz general pentru construcții OL 32

| Format<br>$a \times b$ , mm | Masa, kg/foaie, pentru $g$ , mm: |       |       |       |       |
|-----------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                             | 1                                | 1,5   | 2     | 2,5   | 3     |
| 510 × 1500                  | —                                | 9,00  | 12,00 | 15,01 | —     |
| 510 × 2000                  | —                                | —     | 16,01 | 20,02 | —     |
| 600 × 2000                  | —                                | 14,13 | —     | —     | —     |
| 750 × 1500                  | 8,83                             | 13,25 | —     | —     | —     |
| 800 × 2000                  | 12,55                            | 18,25 | —     | —     | —     |
| 1000 × 2000                 | 15,70                            | 23,55 | 31,40 | 39,25 | 47,10 |

| Tablă striată<br>STAS 3840-80<br>Nervuri:<br>tip I — în romb;<br>tip II — ovale;<br>$b = 0,5 \div 1,2$ mm.<br>Material: OL 32 | Format<br>$a \times b$ , mm | Masa, kg/m, pentru $d$ , mm: |    |    |    |    |
|---|-----------------------------|------------------------------|----|----|----|----|
|   |                             | 4                            | 5  | 6  | 7  | 8  |
|   | 700 ÷ 1250 I                | 34                           | 42 | —  | —  | —  |
|   | × 6000, tip II              | 33                           | 41 | —  | —  | —  |
|   | 700 ÷ 1500 I                | —                            | —  | 50 | 59 | —  |
|   | × 6000, tip II              | —                            | —  | 49 | 57 | —  |
|   | 700 ÷ 1500 I                | —                            | —  | —  | —  | 67 |
|   | × 12000 II                  | —                            | —  | —  | —  | 65 |

| Plasă cu ochiuri<br>pătrate STAS 2543-<br>76<br>Material: sîrmă<br>N — neagră,<br>Z — zincată,<br>FOS — fosfata-<br>tă; lat 0,75—1—1,5—<br>—2—3m; lung 10 ÷<br>÷25 m.<br>l — latură ochi;<br>d — Ø sîrmă | l<br>mm | Masa, kg/m², pentru $d$ , mm: |      |      |      |      |      |
|--|---------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
|  |         | 1                             | 2    | 2,24 | 2,5  | 2,8  | 3,15 |
|  | 10      | 1,60                          | 6,96 | —    | —    | —    | —    |
|  | 15      | —                             | 4,11 | 5,23 | —    | —    | —    |
|  | 20      | —                             | 2,86 | 3,60 | 4,58 | —    | —    |
|  | 25      | —                             | 2,19 | 2,76 | 3,49 | —    | —    |
|  | 30      | —                             | 1,72 | 2,16 | 2,73 | 3,48 | —    |
|  | 40      | —                             | 1,20 | 1,50 | 1,88 | 2,40 | 3,08 |
|  | 50      | —                             | 0,98 | 1,23 | 1,54 | 1,96 | 2,61 |
|  | 60      | —                             | —    | 0,88 | 1,10 | 1,39 | 1,79 |
|  | 70      | —                             | —    | —    | 1,04 | 1,31 | 1,68 |
|  | 80      | —                             | —    | —    | 0,73 | 0,93 | 1,17 |
|  | 100     | —                             | —    | —    | 0,68 | 0,86 | 1,09 |

## 2.5.3. Materiale pentru susținere la liniile electrice aeriene

## 2.5.3.1. Stâlpi

| Destinație<br>Stâlpi de: |                     | Tipuri de stâlpi din: |                |                          |                         |                         |               |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
|                          |                     | Lemn                  | Beton armat    |                          |                         |                         | Meta          |
|                          |                     |                       | LEA<br>1÷20 kV | normal                   | precomprimat            | normal                  | LEA<br>110 kV |
|                          |                     |                       |                | centrifugat              |                         | vibrat                  |               |
| 1                        |                     | 2                     | 3              |                          | 4                       |                         | 5             |
| susți-<br>nere:          | normali<br>speciali | SLS<br>—              | SC-LEA<br>1÷20 | SCP<br>LEA<br>1÷20<br>kV | SE<br>LEA<br>1÷20<br>kV | SV<br>LEA<br>1÷20<br>kV | Sn<br>Ss      |
| de întindere             |                     | SLAI                  | SCS<br>LEA     |                          |                         |                         | In            |
| de întindere și colț     |                     | SLAC                  | 35÷            |                          |                         |                         | ICn           |
| terminali (de            |                     | SLAP                  | 110 kV         |                          |                         |                         | ITn           |
| capăt                    |                     |                       |                |                          |                         |                         |               |



| 1                                  | 2        | 3        | 4        | 5      |
|------------------------------------|----------|----------|----------|--------|
| de iluminat<br>de folosință comună | SLI<br>— | SI<br>SF | —<br>SFP | —<br>— |

Notă: La alegerea tipurilor de stâlpi, se vor avea în vedere dispozițiile limitative în vigoare la data respectivă privitoare la utilizarea rațională a lemnului și metalului precum și posibilitățile de livrare ale întreprinderilor producătoare (ICMP). Stâlpii de metal se utilizează când nu pot fi utilizați cei din beton.

## 2.5.3.2. Elemente de susținere

| Secificația | Tipul | Utilizarea |
|-------------|-------|------------|
| 1           | 2     | 3          |

*Elemente de susținere pentru LEA pînă la 1 kV*

|   |   |  |
|---|---|--|
| Suport drept (d) sau                              | SdN 87; 97  | Pe stâlpi lemn, beton pe console   |
| curb (c), pentru izolatoarele de susținere tip N  | ScN 60÷97<br>SczN 60÷97<br>ScbN 60÷97<br>ScbrN 60÷97<br>ScbdN 60÷97         | Pe stâlpi, lemn, înșurubat în zidărie, încastrat<br>Pe stîlp beton, cu piuliță<br>Idem, cu brățară rotundă<br>Idem, cu brățară dreptunghiulară             |
| Suport pentru izolatoare de tracțiune tip T și TD | SaIN 60÷97<br>SabN 60÷97<br>SazN 60÷97<br>T 65; 80<br>UT 65÷115<br>Terminal | Pentru 2 izolatoare înșurubat, Idem, cu piuliță<br>Idem, încastrat<br>Pe stîlp lemn, direct<br>Pe consolă verticală<br>Pe stîlp beton, cu șurub și piuliță |
| Suport suspendat                                  | SsT 80<br>StT 80<br>ScT 80  | Pentru izolatoare de tracțiune T 80  |
| Suport suspendat                                  | Ir 1<br>Ir 2  | Pentru izolatoare rolă R 35<br>Pentru izolatoare rolă Rc 35  |
| Consolă verticală pentru suport de tracțiune      | V-1<br>V-2<br>V-3   | Pentru 1, 2, 3 suport de tracțiune (T sau UT) la stîlp de lemn sau beton   |
| Consolă orizontală pentru izolatoare              | C2N<br>C4N  | Pentru 2—4 izolatoare tip N pe stâlpi de lemn, beton, metal.   |
|   | C2Ts<br>C4Ts  | Idem tip T, pe stâlpi de lemn, beton armat sau metal.  |

| 1  | 2   | 3  |
|--|---|--|
| Plăcuțe de oțel<br>STAS 382-72<br>Console pentru cutii terminale STAS 382-72<br>Brățară pentru fixarea consolelor orizontale STAS 382-72 | C2Td<br>C4Td<br>C3Tc<br>C5Tc<br><br>C, D-T, TD80<br>E, F-T, TD115<br>—<br><br>L<br>BC<br>BP<br><br>Bandă OL<br>—<br><br>2 | Idem tip TD, pe stâlpi de lemn, beton armat sau metal.<br>Pentru 3—5 izolatoare tracțiune pe stâlpi beton vibrat de colț<br>Pentru fixare izolatoare tracțiune pe console orizontale<br>Pentru 1—2 cutii terminale<br><br>Pentru 2 izolatoare N87-97, pe stâlp lemn (L) beton armat centrifugat (C), precomprimat (P).<br>Pentru console din profile.<br>Pentru 2N87÷97 pe stâlp de beton sau metal<br>Pe stâlp de lemn sau beton, pentru conductor activ sau de protecție |

## Elemente de susținere pentru LEA peste 1 kV

|  |   |  |
|--|---|--|
| Consolă de întindere sau colț, de legătură simplă sau dublă:<br>Consolă de derivație coronament triunghi<br>Consolă de întindere sau colț, coronament în triunghi, de legătură:<br>Consolă de întindere pentru legătură: | superioară<br>mijlocie<br>inferioară<br>—<br><br>simplă<br>dublă<br><br>simplă<br>dublă | Pe stâlp de lemn. Execuție plan 211-61-252-257<br><br>Pe stâlp de lemn. Execuție plan 211-61-285<br>Pe stâlp de lemn. Execuție plan E211-61-282; 283<br><br>Pe stâlp de lemn terminal, cu separator (E20-61-284) |
| Coronament metalic: deformabil orizontal<br>întindere consolă  | CD.140-87<br>CMO<br>CI-110<br>CDV-100   | Pe stâlpi de beton, la LEA 6÷20 kV   |
| Suport drept pentru izolatoare   | S35A<br>S35B1, B1a, B2  | Pentru izolatoare A, pe stâlpi de beton armat  |
| Idem, izolatoare Is-Ns   | SA10; 20<br>SB10; 20  | La LEA de distribuție de 10÷20 kV  |
| Piesă distanțare   | Tip 1 (110 kV)  | La lanțurile duble de izolatoare, la colțuri   |
| Capă pentru izolatoare de suspensie  | C16; 20   | Armarea și prinderea în lanț a izolatoarelor Ic 170/280, 190/280   |

| 1   | 2  | 3   |
|---|--|---|
| Virfare metalice  | SUPL25; 35<br>SOPL25; 35<br>ICPL25; 35<br>SSAL25; 35<br>SDAL25; 35<br>IAL 25; 35<br>SSAB150; 180;<br>240<br>SDAB150;<br>180; 240                                       | Fixarea conductoarelor de<br>protecție pe stilpi de lemn<br><br>Fixarea conductoarelor active<br>pe stilpi de lemn<br><br>Fixarea conductoarelor active<br>pe stilpi de beton |
| Tijă cu 2 rotule, pentru<br>armături de suspensie,<br>STAS 677-75 | T2r16; 20<br>T2rs16; 20  | La prinderea: între ele a<br>izolatoarelor cu 2 cape; de<br>izolatoare, a clemelor de sus-<br>ținere sau nucilor cu ochi.   |
| Ochiuri pentru armă-<br>turi de suspensie.<br>STAS 677-75         | OSs16; 20<br>OSd16; 20<br>OSob12, 16, 20<br>OSdr16, 20<br>OSr16, 20  | La prinderea lanțurilor de<br>izolatoare. Mărimile 12, 16,<br>20 corespund tijelor T12,<br>16, 20   |
| Juguri de suspensie<br>simple (s) sau duble                       | Js150-12<br>Js200-8; 12<br>Js250-8÷16<br>Js400-8÷16<br>Js500-8÷20<br>Jd250/150-24<br>Jd400/150-24<br>Jd400/200-12;<br>24<br>Jd500/200-12;<br>24<br>Jd500/400-<br>12÷32 | La lanțurile de izolatoare de<br>întindere sau suspensie  |
| Agrafe pentru armă-<br>turi de suspensie                          | V11, 16A, 16B<br>V20; 24<br>W11÷24   | Zăvorirea rotulei în locașul<br>ei la armăturile de suspensie<br>ale lanțurilor de izolatoare   |
| Cîrlig pentru suspensie   | A 2-60<br>B 6,5  | La suspendarea lanțurilor de<br>izolatoare  |
| Nucă scurtă, NI 88-71   | NSD-3,5L   | (Normă CIEET)   |
| Nucă cu ochi pentru<br>armături de suspensie                      | NOd16; 20<br>NOrr16; 20  | La prinderea lanțului de izo-<br>latoare de clemele de sus-<br>ținere sau întindere, pentru<br>tije T16; 20, T2r, T2rs16; 20  |
| Amortizoare de vibrații   | AV1÷5  | Micșorarea vibrațiilor conduc-<br>toarelor OL70÷95, OL-A1<br>95/15÷450/97   |



| 1              | 2               | 3  |
|----------------|-----------------|--|
| Țijă cu rotulă | T11, 16, 20, 24 | Prinderea între ele a izola-<br>toarelor de suspensie sau a<br>armăturilor de suspensie de<br>la capătul lanțului. |

## 2.6. Accesorii pentru executarea conexiunilor

### 2.6.1. Papuci pentru conductoare

#### 2.6.1.1. Papuci ștanțați pentru conductoare de cupru și aluminiu

| Mărimea<br>$d_2 \times d_1$ , mm | $d_3$<br>mm | $s_{cM}$<br>mm <sup>2</sup> | Pentru Cu, mm |      |     | Pentru Al, mm |     |     |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------|---------------|------|-----|---------------|-----|-----|
|                                  |             |                             | $l$           | $a$  | $g$ | $l$           | $a$ | $g$ |
| 1                                | 2           | 3                           | 4             | 5    | 6   | 7             | 8   | 9   |
| 4×2,3                            | 10          | 4                           | 13,0          | 5,0  | 0,6 | —             | —   | —   |
| 5×2,3                            | 12          | 4                           | 14,5          | 5,0  | 0,6 | —             | —   | —   |
| 4×3,1                            | 10          | 6                           | 14,5          | 6,0  | 0,8 | —             | —   | —   |
| 5×3,1                            | 12          | 6                           | 16,0          | 6,0  | 0,8 | —             | —   | —   |
| 6×3,1                            | 14          | 6                           | 17,0          | 6,0  | 0,8 | —             | —   | —   |
| 10×3,1                           | 21          | 6                           | 21,0          | 6,0  | 0,8 | —             | —   | —   |
| 15×4,3                           | 12          | 10                          | 18,0          | 8,0  | 1,0 | —             | —   | —   |
| 6×4,3                            | 14          | 10                          | 19,0          | 8,0  | 1,0 | —             | —   | —   |
| 10×4,3                           | 21          | 10                          | 24,0          | 8,0  | 1,0 | —             | —   | —   |
| 5×5,4                            | 12          | 16                          | 19,0          | 10,0 | 1,2 | —             | —   | —   |
| 6×5,4                            | 14          | 16                          | 21,0          | 10,0 | 1,2 | —             | —   | —   |
| 10×5,4                           | 21          | 16                          | 27,0          | 10,0 | 1,2 | —             | —   | —   |
| 6×6,8                            | 14          | 25                          | 24,0          | 10,0 | 1,0 | 40            | 25  | 1,2 |
| 8×6,8                            | 18          | 25                          | 27,0          | 10,0 | 1,5 | —             | —   | —   |
| 10×6,8                           | 22          | 25                          | 27,0          | 10,0 | 1,5 | —             | —   | —   |
| 6×8,2                            | 14          | 35                          | 29,0          | 11,5 | 1,8 | 29            | 25  | 1,0 |
| 8×8,2                            | 18          | 35                          | 29,0          | 11,5 | 1,8 | —             | —   | —   |
| 10×8,2                           | 22          | 35                          | 29,0          | 11,5 | 1,8 | 45            | 25  | 1,5 |
| 8×9,5                            | 18          | 50                          | 32,0          | 13,5 | 2,0 | —             | —   | —   |
| 10×9,5                           | 22          | 50                          | 32,0          | 13,5 | 2,0 | 45            | 25  | 1,8 |
| 16×9,5                           | 30          | 50                          | 38,0          | 13,5 | 2,0 | 55            | 25  | 1,8 |
| 8×11,2                           | 18          | 70                          | 35,5          | 16,0 | 2,5 | —             | —   | —   |
| 10×11,2                          | 22          | 70                          | 35,0          | 16,0 | 2,5 | 50            | 30  | 2,0 |
| 16×11,2                          | 30          | 70                          | 44,0          | 16,0 | 2,5 | 60            | 30  | 2,0 |
| 10×13,5                          | 22          | 95                          | 38,0          | 19,0 | 3,0 | 50            | 30  | 2,5 |
| 12×13,5                          | 25          | 95                          | 41,0          | 19,0 | 3,0 | —             | —   | —   |

| 1       | 2  | 3   | 4    | 5    | 6   | 7  | 8  | 9   |
|---------|----|-----|------|------|-----|----|----|-----|
| 10×15,0 | 22 | 120 | 44,0 | 24,0 | 3,5 | —  | —  | —   |
| 12×15,0 | 25 | 120 | 47,0 | 24,0 | 3,5 | 55 | 30 | 2,8 |
| 10×16,5 | 22 | 150 | 44,0 | 29,0 | 4,0 | —  | —  | —   |
| 12×16,5 | 25 | 150 | 53,0 | 29,0 | 4,0 | 65 | 40 | 3,5 |
| 10×18,5 | 22 | 185 | 47,5 | 29,0 | 4,0 | —  | —  | —   |
| 12×18,5 | 25 | 185 | 53,0 | 29,0 | 4,0 | 65 | 40 | 3,4 |
| 16×18,5 | 32 | 185 | 56,0 | 29,0 | 4,0 | 70 | 40 | 3,8 |
| 12×21,0 | 25 | 240 | 59,0 | 34,0 | 4,5 | 65 | 40 | 4,0 |
| 16×21,0 | 32 | 240 | 62,0 | 34,0 | 4,5 | 70 | 40 | 4,0 |

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului:  $d_1$  — diametrul interior al manșonului în care se introduce conductorul;  $d_2$  — diametrul aproximativ al găurii pentru bornă;  $s_{CM}$  — secțiunea maximă a conductorului;  $d_3$  — diametrul exterior al capului papucului;  $l$  — lungimea pînă la centrul găurii;  $a$  — lungimea manșonului;  $g$  — grosimea papucului.

2. Pentru protecția contra coroziunii electrochimice, la locul de contact dintre manșon și conductorul de aluminiu, manșonul va fi etanșat cu bandă lăcuită și lac de bachelită sau benzi adezive din PVC.

3. Exemplu de notare: Papuc 16 × 9,5 STAS 243-80.

#### 2.6.1.2. Papuci presăți sau turnați pentru conductoare multifilare din cupru

| Mărimea<br>$s_c, \text{mm}^2 - d \times d_1, \text{mm}$ | Cote de gabarit, mm |       |     |     |     |     |
|---|---------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
|   | $D$                 | $D_1$ | $a$ | $l$ | $S$ | $g$ |
| 1   | 2                   | 3     | 4   | 5   | 6   | 7   |
| 25-7×8,4; 10,5  | 15                  | 19    | 22  | 38  | 5   | 20  |
| 25-8×8,4; 10,5  | 15                  | 19    | 22  | 38  | 5   | 20  |
| 35-8,5×8,4; 10,5  | 17                  | 22    | 24  | 42  | 6   | 23  |
| 35-10×8,4; 10,5   | 17                  | 22    | 24  | 42  | 6   | 23  |
| 50-10×10,5  | 19                  | 26    | 26  | 45  | 7   | 25  |
| 50-12×17  | 19                  | 26    | 26  | 45  | 7   | 25  |
| 70-12×10,5  | 22                  | 26    | 28  | 50  | 8   | 28  |
| 70-13,5×17  | 22                  | 26    | 28  | 50  | 8   | 28  |
| 95-3,5×13,5; 17   | 24                  | 30    | 30  | 55  | 9   | 32  |
| 95-16,5×13,5; 17  | 24                  | 30    | 30  | 55  | 9   | 32  |
| 120-15×13,5; 17   | 28                  | 34    | 34  | 62  | 11  | 37  |
| 120-19×13,5; 17   | 28                  | 34    | 34  | 62  | 11  | 37  |
| 150-15×13,5; 17   | 28                  | 34    | 34  | 62  | 11  | 37  |
| 150-19×13,5; 17   | 28                  | 34    | 34  | 62  | 11  | 37  |

| 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|---------------|----|----|----|----|----|----|
| 185—19×17; 23 | 30 | 38 | 38 | 70 | 14 | 42 |
| 240—22×17; 23 | 30 | 38 | 38 | 70 | 14 | 42 |
| 300—24×17; 23 | 36 | 45 | 42 | 80 | 16 | 48 |

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabelului:  $s_c$ ,  $d$ ,  $l$ ,  $a$ ,  $d_1$  — v. § 2.6.1.1;  $D$  — diametrul exterior al capului papucului;  $D_1$  — idem, al manșonului;  $S$  — grosimea papucului;  $c$  — distanța dintre axa manșonului și axa papucului cotit.

## 2.6.2. Cleme de legătură și racordare

| Codul<br>Simbolul | $I_n, A$ | Tipul<br>mm <sup>2</sup> | $s_c, \text{mm}^2 - \text{mm} \times \text{mm}$ |            | Gabarit<br>$a \times b \times c, \text{mm}$ |
|-------------------|----------|--------------------------|---|------------|---|
|                   |          |                          | unifilar  | multifilar |   |
| 1                 | 2        | 3                        | 4   | 5          | 6   |

Cleme de legătură și de racordare — IAEI — Titu

|     |       |                     |        |        |              |
|-----|-------|---------------------|--------|--------|--------------|
| 509 | 16,0  | 2,5/4               | 1÷4    | 1÷2,5  | 6,5×35×43    |
| 535 | 16,0  | 2,5/4               | 1÷4    | 1÷2,5  | 6,5×35×32,5  |
| 510 | 31,5  | 6                   | 2,5÷6  | 2,5÷4  | 9×40×49,5    |
| 511 | 63,0  | 16                  | 4÷16   | 10÷16  | 12×48×52     |
| 512 | 100,0 | 35                  | 10÷35  | 10÷35  | 20,5×60×63   |
| 505 | 160,0 | 50                  | 16÷50  | 16÷50  | 34×84×38     |
| 525 | 200,0 | 70                  | 25×5   | 50÷70  | 115×100×65,5 |
| 526 | 250,0 | 95                  | 30×5   | 70÷95  | 170×110×72,5 |
| 527 | 315,0 | 120                 | 30×5   | 95÷120 | 170×110×72,5 |
| 521 | 10,0  | 12 poli             | 0,75÷1 | 0,75÷1 | —            |
| 523 | 16,0  | 12 poli             | 4      | 4      | —            |
| 544 | 16,0  | Racordare cu papuci |        |        | 54×55,5×9    |

Cleme de șir pentru circuite — ICMA

|       |       |   |        |        |          |
|-------|-------|---|--------|--------|----------|
| $S_0$ | 10,0  | — | 1÷2,5  | 1÷2,5  | 7×48×39  |
| $S_1$ | 25,0  | — | 2,5÷10 | 2,5÷10 | 10×60×50 |
| $S_2$ | 100,0 | — | 10÷35  | 10÷35  | 18×72×71 |

Cleme de șir pentru bare — ICMA

|       |       |   |       |       |           |
|-------|-------|---|-------|-------|-----------|
| $B_0$ | 200,0 | — | 25×5  | 120   | 38×110×98 |
| $B_1$ | 400,0 | — | 30×5  | 2×150 | 44×125×98 |
| $B_2$ | 630,0 | — | 30×10 | 2×240 | 52×140×98 |



| 1                          | 2     | 3 | 4     | 5     | 6         |
|----------------------------|-------|---|-------|-------|-----------|
| <i>Cleme de șir — TIAB</i> |       |   |       |       |           |
| S0                         | 10,0  | — | 2,5   | 2,5   | —         |
| S1                         | 25,0  | — | 10,0  | 10,0  | —         |
| S2                         | 100,0 | — | 25,0  | 25,0  | —         |
| S3                         | 630,0 | — | 240,0 | 240,0 | 55×135×76 |

Notă. Compunere: corp izolan termorezistent, căi de curent din alamă (521; 523 — borne din alamă și șuruburi pentru fixarea legăturilor), etichetă de marcaj (nu la 544), bară de montaj (nu la 521; 523; 544), piese de fixare. Caracteristici generale:  $U_n = 500$  V; grad de protecție IP00 sau IP10.

### 2.6.3. Cleme de legătură pentru linii și stații electrice

| Specificația | Simbolul | Condiții de utilizare<br>( $s_c$ , mm <sup>2</sup> — alte precizări) |
|--------------|----------|--|
| 1            | 2        | 3  |

#### *Cleme pentru linii electrice aeriene și stații*

|                    |  |                                     |        |                                   |
|--------------------|--|-------------------------------------|--------|-----------------------------------|
| Legătură electrică | Cleme universale pentru legături de derivație (la $LEA \leq 1$ kV)   |                                     | U1     | 6÷25 Cu                           |
|                    | Cleme de legătură electrică cu plăci de contact (la $LEA \geq 1$ kV) |                                     | U2     | 6÷95 Cu                           |
| Legătură mecanică  | active și de protecție de protecție                                  | active și de protecție de protecție | UA     | 16÷95 Al cu $s_c$ egale           |
|                    |  |                                     | UB     | 16÷95 Al cu $s_c$ diferite        |
|                    |  |                                     | LEPC1  | 16 Cu, Al, OL, OL-Al- $s_c$ egale |
|                    |  |                                     | LEPC2  | 25÷300 Cu, 25÷240 OL-Al, idem     |
|                    |  |                                     | LEPC3  | 300÷450 OL-Al, $s_c$ egale        |
|                    |  |                                     | CLE A1 | 450÷973 OL-Al, $s_c$ egale        |
|                    |  |                                     | TP     | 35÷95 OL-Al, stâlpi speciali      |
|                    |  |                                     | TLC2   | 35÷95 OL-Al, stâlpi speciali      |
|                    |  |                                     | TLC3   | 185÷240 OL-Al, idem               |
|                    |  |                                     | CTPF   | 35÷120 OL, OL-Al, idem            |
|                    |  |                                     | TP1    | 35÷95 OL, cu respectiv fără       |
|                    |  |                                     | TP2    | izolatoare, stâlpi speciali $s_c$ |
|                    |  |                                     | TP3    | nealimentată, idem                |
|                    |  |                                     | CTP1   | Conductoare OL-AIS, idem          |
|                    |  |                                     | CTP2   | Derivații OL-AIS, idem            |
|                    |  |                                     | CTP3   | Derivații OL-AIS la 90°, idem     |

|                                | 1   | 2  | 3  |
|--------------------------------|---|--|--|
| Legătură mecanică              | Cleme de susținere (la LEA 1 kV)  | oscilante<br>cu tracțiune<br><br>de alunecare de distanțare    | SOT<br>SOL<br>SOLD<br>STIL<br><br>CSEP<br><br>CA<br><br>—<br><br>Conductoare active și de protecție<br>Conductoare active OL-AI<br>Conductoare active OL-AI, alunecare limitată<br>50 ÷ 95 OL, 95 ÷ 160 OL-AI, conductoare de protecție<br>Pe izolatoare neștrăpungibile<br><br>Conductoare active pe fază |
| Legătură electrică și mecanică | Clemă de înădădire cu creștături (la LEA > 1 kV)<br><br>Idem cu presare<br><br>Clemă blocare<br>Clemă cu gheară | C-Cu<br>C-AI<br>C-OL<br>C-OL-AI<br>IP<br><br>CB<br>A<br>B<br>C | 10 ÷ 120 Cu<br>16 ÷ 240 AI<br>16 ÷ 150 OL<br>25 ÷ 240 OL-AI<br>60 ÷ 670 OL-AI active<br>LEA > 1 kV<br>Legături duble LEA-MT<br>Înădădire și derivație, Cu<br>Idem AI, OL-AI<br>Idem OL   |

## Cleme pentru linii electrice subterane

|                    |   |                    |                            |   |
|--------------------|---|--------------------|----------------------------|---|
| Legătură electrică | Cleme de legătură în prelungire pentru LES: | 35 kV<br><br>10 kV | CLPN<br>CLPL<br>CLPR<br>NS | 10 ÷ 100 Cu, AI prin lipire<br>25 ÷ 500 Cu, AI prin lipire<br>16/10 ÷ 500/400 Cu, AI, idem<br>16 ÷ 300 AI, prin presare |
|                    | Cleme de derivație (LES ≤ 1 kV)             |                    | CLD<br>CTD                 | 10 ÷ 240 Cu, AI în manșoane<br>Cu, AI cu papuci la conductoarele principale netăiate                                    |
|                    | Cleme de derivație de noul de noul          |                    | CD-Br<br>CN 3<br>CN 9      | La abonați cu $U_n = 500$ V<br>Legătura dintre noul alimentării și bransamentului                                       |

## Cleme pentru stațiile de transformare exterioare

|                    |                            |   |  |
|--------------------|----------------------------|---|--|
| Legătură electrică | Cleme de derivație aeriană | CDA2AI<br>CDA3AI<br>CDAS1AI<br>CDRSIVAI | 50 ÷ 240 AI, 50 ÷ 185 OL-A<br>300 AI, 240 ÷ 450 OL-AI<br>670 AI, OL-AI |
|--------------------|----------------------------|---|--|

|                    | 1   | 2   | 3   |
|--------------------|---|---|---|
| Legătură electrică | Cleme legătură (L) sau derivație (D) a conductoarelor la borne plate (P) sau rotunde (R) din aluminiu (Al) sau bronz (Bz) | CDRSIVA1<br><br>CLP2A1<br>CLP3A1<br>CLR2A1<br>CLR3A1<br>CLR2BzA1<br>CLR3BzA1<br>CLR2A1<br>CLR3A1<br>CLR2BzA1<br>CLR3BzA1<br>CLRSIA1<br>CLRSIIA1<br><br>CLRSIIIA1<br>CDRSIIA1<br>CDRSIIIA1 | 1Al $\varnothing$ 80÷60+20L-<br>A1450÷680<br>50÷240 Al, 50÷185 OL-Al<br>300 Al, 240÷680 OL-Al<br>50÷240 Al, 50÷185 OL-Al<br>300 Al, 240÷450 OL-Al<br>50÷240 Al, 50÷185 OL-Al<br>300 Al, 240÷450 OL-Al<br>50÷Al, 50÷185 OL-Al<br>300 Al, 240÷450 OL-Al<br>300 Al, 240÷450 OL-Al<br>50÷240 Al, 50÷185 OL-Al<br>450÷680 OL-Al, 1 conductor<br>450÷680 OLL-Al, 2 conduc-<br>toare<br>Țeavă Al $\varnothing$ 80÷60<br>Țeavă Al $\varnothing$ 80<br>Țeavă Al $\varnothing$ 50÷80+20L-Al |
| Legătură mecanică  | Elemente cu role<br><br>Clemă suport<br>Clemă susținere<br><br>Piesă întoarcere   | CSEM<br><br>CSIC<br>CSIIt<br><br>PI   | Susținere bare OL-Al 450÷<br>973<br>Idem 450÷670<br>Susținere bare Al pe izola-<br>toare<br>Idem + întoarcere la 90°  |



### 3. APARATE ELECTRICE DE COMUTAȚIE ȘI PROTECȚIE

#### 3.1. Categoriile de utilizare

Categoriile de utilizare sînt definite prin valorile limită ale curenților și tensiunilor (curent, tensiune de închidere și deschidere/curent, tensiune nominale de utilizare) însoțite de valorile corespunzătoare ale factorului de putere (în c.a.) sau constantei de timp (în c.c.). Precizări, conform tabelului:

| Categorია |       | Domeniul de utilizare a aparatelor categoriei respective                       |
|-----------|-------|--|
| c.a.      | c.c.  |  |
| AC-1      | DC-1  | Sarcini neinductive sau slab inductive (exemplu, cuptoare cu rezistență).      |
| AC-2      | —     | Motoare cu inele: pornire, inversare sens.                                     |
| —         | DC-2  | Motoare derivație: pornire, întrerupere motor lansat.                          |
| AC-3      | —     | Motoare cu rotor în scurtcircuit: pornire, întrerupere motor lansat.           |
| —         | DC-3  | Motor derivație: mers cu șocuri, inversare sens.                               |
| AC-4      | —     | Motor cu rotor în scurtcircuit: pornire, mers cu șocuri, inversare de sens.    |
| AC-11     | DC-11 | Circuite de comandă cu electromagneți de acționare.                            |
| AC-20     | DC-20 | Închidere și deschidere fără curent.   |
| AC-21     | DC-21 | Sarcini rezistive inclusiv suprasarcini moderate.                              |
| AC-22     | DC-22 | Sarcini inductive și rezistive (mixte) inclusiv suprasarcini moderate.         |
| AC-23     | DC-23 | Sarcini foarte inductive (exemplu, motoare asincrone respectiv motoare serie). |

## 3.2. Aparate de comutație acționate manual

### 3.2.1. Separatoare

| Denumirea și simbolul aparatelor | $I_n$<br>A | $I_{1t}/I_d$<br>kA/kA | $I_R$<br>kA | Gabaritul, mm<br>Acționarea |
|----------------------------------|------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|
| 1                                | 2          | 3                     | 4           | 5                           |

#### Separatoare de JT — ELECTROCONTACT — Botoșani

|  |     |   |   |             |
|--|-----|---|---|-------------|
| Separator tripolar de sarcină cu cuțite sau cu siguranțe MPR 00— | 100 | — | — | 223 126×160 |
| 100÷630 A — 660 V  | 250 | — | — | 304×184×246 |
|  | 400 | — | — | 318×181×253 |
|  | 630 | — | — | 374×200×310 |

#### Separatoare de MT și IT — ELECTROPUTERE — Craiova

|   |  |  |                                       |   |
|---|--|--|---------------------------------------|---|
| Separatoare de interior, tip SMIm, STIm, STIPm, STIPIm — 12, 24, 42 kV  | 400<br>630<br>800                            | 16/40<br>16/40<br>16/40                                    | —<br>—<br>—                           | Acționare prin AMI sau DPI  |
| Separatoare de interior tip SMIn, STIn, STIPn, STIPIn — 3, 6, 12, 24, 42 kV                                       | 1250<br>2000<br>3150<br>4000<br>5000<br>6300 | 50/125<br>70/175<br>70/175<br>80/200<br>120/300<br>120/300 | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—            | Acționare: AMI 11, 13, 14; ASI; AP 3 (cuțite principale) + AP 2 (cuțite p.p.) |
| (p.p. — punere la pământ)   |  |  |                                       |   |
| Separator tripolar de interior cu siguranțe fuzibile incluse, tip STIF 12 kV — FIM 7,2 kV — 100÷250 A cu fuzibil: | 100<br>125<br>160<br>200<br>250              | —<br>—<br>—<br>—<br>—                                      | 31,5*<br>31,5<br>31,5<br>31,5<br>31,5 | * Rupt de siguranță.<br>Acționare: AMI 13.14.15                               |
| Separator rotativ 12 kV de sarcină STIRS — 24 kV  | 400<br>200                                   | 15/38<br>10/25   | 20,0<br>10,0                          | Dispozitiv cu resort  |
| Separator de exterior tip SME, SMEP, STE, STEP — 72,5; 145 kV   | 1250<br>2000                                 | 315/80<br>315/80   | —<br>—                                | Acționare: AME, ASE, AP   |

Simbolizare: S — separator; M — monofazat; T — trifazat; I — de interior; E — de exterior; P — cu cuțite de punere la pământ: PI — idem, inversare; m — modernizate; n — nou; F — siguranțe fuzibile incluse; FIM — siguranțe fuzibile de interior pentru protecția motoarelor; R — rotativ; S (la urmă) — de sarcină; AMI, AME — dispozitiv de acționare manuală de interior, exterior; DPI — dispozitiv de acționare pneumatică de interior; ASI, ASE — dispozitiv de acționare electromagnetică de interior, exterior; AP — dispozitiv de acționarea cuțitelor de punere la pământ.

### 3.2.2. Întrerupătoare de sarcină de JT

| Codul<br>Tipul | $I_n$<br>A | $U_s, U_n, V$<br>c.a./c.c. | $I_R, kA$ | Protecția | Gabaritul<br>maxim, mm |
|----------------|------------|----------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| 1              | 2          | 3                          | 4         | 5         | 6                      |

#### Întrerupătoare cu pîrghie

|      |      |         |          |      |              |
|------|------|---------|----------|------|--------------|
| 1301 | 25   | 380/440 | 10/25    | IP20 | 110×84×130   |
| 1302 | 63   | 380/440 | 40       | IP20 | 155×110×80   |
| 1303 | 100  | 380/440 | 63       | IP20 | 175×119×86   |
| 1342 | 200  | 380/440 | 40÷200   | IP00 | 230×438×180  |
| 1345 | 400  | 380/440 | 100÷400  | IP00 | 230×438×180  |
| 1351 | 630  | 380/440 | 200÷630  | IP00 | 1400×260×450 |
| 1355 | 1000 | 500     | 200÷1000 | IP00 | 1400×260×450 |

#### Întrerupătoare automate fără relee

|      |      |         |      |   |             |
|------|------|---------|------|---|-------------|
| AMRO | 100  | 660/220 | 800  | — | 105×166×140 |
| USOL | 250  | 660/220 | 1500 | — | 140×225×175 |
| USOL | 500  | 660/220 | 3000 | — | 192×289×207 |
| USOL | 1000 | 660/220 | 6000 | — | 225×370×223 |

Notă. 1. Întrerupătoarele cu pîrghie: producător ELECTROCONTACT Botoșani;  $I_R$  — curent de rupere, scara: 10, 25, 40, 63, 100, 200, 400, 630, 1000 A.

2. Întrerupătoarele fără relee: producător ELECTROAPARATAJ — București; pot fi pentru montaj F — fix sau D — debroșabil, ambele cu CA — contacte auxiliare.

### 3.2.3. Comutatoare cu came

| Specificația | C16 | C25 | C40 | C63 | C100 | C200 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    |

#### Simbolizare cerută de producător

|                          |                |       |       |       |      |      |
|--------------------------|----------------|-------|-------|-------|------|------|
| Codul pentru variantele: |                |       |       |       |      |      |
| — de bază, nemontat      | 9785           | 9786  | 9787  | 9788  | 9789 | 9790 |
| — acționat din fața ușii | 9811           | 9812  | 9813  | 9814  | —    | —    |
| — capsulat în bachelită  | 9821           | 9822  | 9823  | 9824  | —    | —    |
| — capsulat în siluminiu  | 9831           | 9832  | 9833  | 9834  | —    | —    |
| — idem, cu revenire      | 9831R          | 9832R | 9833R | 9834R | —    | —    |
| — cu blocare             | 9841           | 9842  | 9843  | 9844  | 2945 | 2946 |
| mecanică:                | 3 lăcate       | 2925  | 2926  | —     | —    | —    |
|                          | idem + bl. ușă | 2925A | 2926A | 2317  | 2318 | —    |



| 1                           | 2                                | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-----------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| — cu acționare în tandem    | 9851                             | 9852  | 9853  | 9854  | —     | —     |
| — cu revenire 72; 52        | 9683                             | —     | —     | —     | —     | —     |
| — cu revenire 41            | 9772                             | —     | —     | —     | —     | —     |
| — cu revenire 32            | 9861                             | 9862  | —     | —     | —     | —     |
| — cu revenire 31            | 9871                             | 9872  | —     | —     | —     | —     |
| — cu revenire 21            | 9881                             | 9881  | —     | —     | —     | —     |
| Unghi de sacadare           | 2÷4                              | 2÷4   | 3; 4  | 3; 4  | 3     | 3     |
| Protecție climatică         | 1÷5                              | 1÷5   | 1÷5   | 1÷5   | 2     | 2     |
| Schema electrică:           |                                  |       |       |       |       |       |
| — nr. etaje, la variantele: |                                  |       |       |       |       |       |
| ● de bază, nemontat         | 01÷12                            | 01÷12 | 01÷08 | 01÷08 | 01÷06 | 01÷03 |
| ● acționat din fața ușii    | 01÷10                            | 01÷10 | 01÷03 | 01÷03 | —     | —     |
| ● capsulat                  | 01÷05                            | 01÷04 | 01÷04 | 01÷04 | —     | —     |
| ● capsulat cu revenire      | 01÷02                            | 01÷02 | 01÷02 | 01÷02 | —     | —     |
| ● cu acționare în tandem    | 06÷10                            | 05÷09 | 05÷06 | 04÷06 | —     | —     |
| ● cu revenire               | 01÷08                            | 01÷08 | —     | —     | —     | —     |
| — nr. poziții cheie         | 02÷08                            | 02÷08 | 02÷06 | 02÷06 | 02    | 02    |
| — nr. schemă conectare      | 01÷99 — din catalogul produsului |       |       |       |       |       |

## Caracteristici tehnice

|  |                          |                 |                 |                 |     |     |
|--|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----|
| Curent nominal, A                      | 16                       | 25              | 32              | 63              | 100 | 200 |
| Categoria de utilizare:                |                          |                 |                 |                 |     |     |
| — AC-3-P <sub>n</sub> motor 380 V, kW  | 5,5                      | 7,5             | 15              | 22              | —   | —   |
| acționat: 220 V, kW,                   | 2,2                      | —               | —               | —               | —   | —   |
| — AC-11 la 380/220 V, A                | 6/2,5                    | —               | —               | —               | —   | —   |
| — DC-3 la 220 V c.c. cu 6              | 6,3                      | 10              | 16              | 25              | —   | —   |
| contacte serie, A/con                  | 10 <sup>6</sup>          | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>5</sup> | —   | —   |
| — DC-11 la 24 V c.c., A                | 16 (cu 4 contacte serie) |                 |                 |                 | —   | —   |
| Gabarit variantă de bază:              |                          |                 |                 |                 |     |     |
| — latura capacului a, mm               | 55                       | 66              | 90              | 110             | 110 | 110 |
| — diametrul pachetului, mm             | 56                       | 56              | 80              | 100             | 100 | 100 |
| — lungimea pachetului L <sub>1</sub> : |                          |                 |                 |                 |     |     |
| ● cu un etaj, mm                       | 55                       | 65              | 80              | 78              | 95  | 125 |
| ● cu nr. maxim de etaje, mm            | 200                      | 290             | 233             | 195             | 188 | 177 |

Notă. 1. Simbolizare: unghi sacadare, 1 — 30°, 2 — 45°, 3 — 60° 4 — 90°, 5 — 120°; protecție climatică, 1 — N pentru export, 2 — N 3 — T2, 4 — T3, 5 — naval (pentru N, T2, T3 — v. §1.4.3); 72, 52, 41 32, 31, 21: — prima cifră — nr. poziții, a doua cifră — din câte poziții se revine.

2. Gradul de protecție pentru variantele: nemontat — IP00, capsulat — IP54, restul IP42. Un etaj are 2 contacte cu dublă rupere de tipurile menționate în fig. 3.1 în care se dă și un exemplu de schemă. Producător ELECTROCONTACT — Botoșani.

3. Exemplu de simbolizare: 9872-32-02-31.01 — comutator cu came C25 cu unghi de sacadare de 60°, execuție climatică N, cu două etaje, cu trei poziții cu revenire dintr-una, schema de conectare 01.

Elemente de contact



Fig. 3.1. Comutatoare cu came:

*a* — semne convenționale pentru elemente de contact; *b* — exemplu pentru comutatorul C16, cod 9311 32.02.03.03.

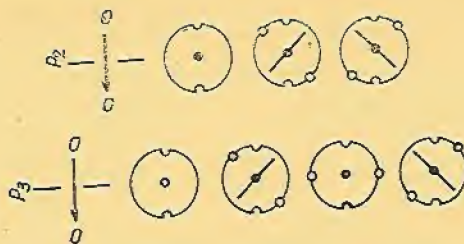
### B.2.4. Întreruptoare pachet de utilizare generală

| Tipul  | Codul | M, kg | Protecția | Gabaritul, mm |
|--------|-------|-------|-----------|---------------|
| P.2-25 | 0520  | 0,30  | IP00      | 95×82×102     |
| P.2-25 | 1030  | 1,50  | IP56      | 200×126×86    |
| P.2-25 | 1115  | 1,50  | IP56      | 165×126×86    |
| P.2-63 | 0540  | 0,72  | IP00      | 117×111×141   |
| P.2-63 | 1050  | 3,00  | IP56      | 230×170×221   |
| P.2-63 | 1125  | 3,00  | IP56      | 195×165×167   |
| P.3-10 | 0513  | 0,14  | Cu capac  | ø82×80        |
| P.3-25 | 0530  | 0,35  | IP00      | 95×82×112     |
| P.3-25 | 1040  | 1,60  | IP56      | 200×126×86    |
| P.3-25 | 1110  | 1,60  | IP56      | 155×126×128   |
| P.3-63 | 0550  | 0,85  | IP00      | 117×111×115   |
| P.3-63 | 1060  | 3,20  | IP56      | 230×170×167   |
| P.3-63 | 1120  | 3,20  | IP56      | 195×165×167   |

Notă. Caracteristici generale:  $U_n = 380$  V c.a., 220 V c.c.;  $I_t = 8I_n$ ;  $I_R = 6I_n - 10$  A;  $1,5I_n - 25$ ; 63 A.

Simbolizare: P - întreruptor pachet; prima cifră - nr. de poli  
ultimele două cifre - curent nominal, A.

Fig. 3.2. Întreruptoare-pachet.



### 3.2.5. Aparate de conectare pentru instalații de iluminat și de prize aferente

| Denumirea aparatelor                          | Codul aparatelor        |                 |             |             |             |             |             |
|---|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | 2                       |                 |             |             |             |             |             |
|   | STv                     | PTv             | STm         | STm         | FS          | IS          | 2S          |
| <i>Aparate montaj fix</i>                     |                         |                 |             |             |             |             |             |
| Întreruptor mono-polar                        | 001                     | 017             | 011         | 062         | 070         | 071         | 072         |
| Întreruptor bipolar                           | 002                     | 019             | —           | —           | 073         | 074         | 075         |
| Întreruptor dublu                             | 003                     | 018             | 015         | 063         | 067         | 068         | 069         |
| Intr. dublu-punte                             | 004                     | 020             | 016         | 094         | 076         | 077         | 078         |
| Comutator cruce                               | 005                     | 024             | —           | —           | 082         | 083         | 084         |
| Comutator scară                               | 006                     | 026             | 014         | 066         | 079         | 080         | 081         |
| Buton de sonerie                              | 007                     | 023             | 013         | 065         | 085         | 086         | 087         |
| Buton de lumină                               | 008                     | 022             | 012         | 064         | 088         | 089         | 090         |
| Variator de lumină                            | —                       | —               | 919A        | —           | —           | —           | —           |
| Idem, cu priză                                | —                       | 948             | —           | —           | —           | —           | —           |
| Automat de scară                              | —                       | 950             | —           | —           | —           | —           | —           |
| Priză bipolară                                | 152                     | 153             | 207         | 159         | —           | —           | —           |
| Priză bipolară + PA                           | 171                     | —               | —           | 171A        | —           | —           | —           |
| Priză bipolară dublă                          | 158                     | —               | 210         | —           | —           | —           | —           |
| Priză bipolară + CP                           | 160                     | 155             | 211         | —           | 163         | 164         | 165         |
| Priză pentru mașină ras                       | —                       | —               | 212         | 212A        | —           | —           | —           |
| Priză de telefon                              | —                       | —               | —           | 222         | —           | —           | —           |
| Complet de aparate                            | 001+004<br>idem+<br>160 | 142<br>—<br>143 | —<br>—<br>— | —<br>—<br>— | —<br>—<br>— | —<br>—<br>— | —<br>—<br>— |
| <i>Prize mobile, cuple și fișe</i>            |                         |                 |             |             |             | —CP         | +CP         |
| Priză triplă mobilă cu cordon                 |                         |                 |             |             |             | 203A        | 203         |
| Priză bipolară rotundă cu cordon și fișă 10 A |                         |                 |             |             |             | 206         | —           |



| 1  | 2        |
|--|----------|
| Priză triplă bipolară cu cordon și fișă 10 A | 206A —   |
| Priză tip ruletă 6 A                         | 278 —    |
| Cuplă cu cordon $3 \times 1 \text{ mm}^2$    | — 151    |
| Fișă bipolară dreaptă 6 A                    | 255A 255 |
| Fișă bipolară dreaptă 16/10 A c.c./c.c.      | — 252    |

Notă. 1. Caracteristici generale:  $U_n = 250/220 \text{ V c.a./c.c.}$ ;  $I_n = 10 \text{ A}$  — întreruptoare, 16/10 A — prize, 1/0,2 A — buton sonerie, 10/2 A — buton lumină; rezistența la uzură electrică, manevre: 5 000 — întreruptoare și buton lumină, 6 000 — prize, 10 000 — buton sonerie; materiale: soclu — bachelită, capac — masă plastică, contacte — alamă (cu nituri de argint la întreruptoare); automatul de scară:  $P_n/I_n = 8 \text{ W/2 A}$ ;  $t_a = 60 \div 180 \text{ s}$  (reglabil).

2. Abrevieri: ST, PT (m) — sub, pe tencuială (modernizat); FS, 1S, 2S — fără cu 1, cu 2 ștuțuri; +CP, -CP — cu, fără contact de protecție; +PA — protecție contra atingerii.

### 3.2.6. Prize și fișe industriale

| Aparate | Codul | $U_n$ ,<br>V | $I_n$ ,<br>A | IP   | $R_{uc}/f_c$ | Car-<br>casă | Gabaritul,<br>mm |
|---------|-------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|------------------|
| PF-3+2  | 706   | 380          | 16           | IP44 | -/15         | B            | 102×60×109       |
| PF-3+2  | 707   | 380          | 32           | IP44 | -/15         | B            | 110×71×270       |
| PF-3+2  | 708   | 380          | 63           | IP44 | -/15         | T, Sil       | 207×470×170      |
| PF-10   | 9188A | 380          | 16           | IP32 | —            | B            | 168×152×80       |
| PF-18   | 0960  | 380          | 6            | IP44 | 500/-        | Sil          | 150×60×70+       |
| PF-18+1 | 0962  | 380          | 6            | IP50 | 500/-        | Sil          | +153×66×70       |
| PF-3    | 1560+ | 36           |              |      | 2000         |              | 156×78×90+       |
|         | 1575  | c.c.         | 25           | IP32 | 30           | Sil          | +140×ø62         |
| PF-3+1  | 1625+ | 380          | 16           | IP32 | 5000         |              | 68×68×35+        |
|         | 1626  | 380          | 16           | IP32 | 120          | Sil          | +120×ø56         |
| PI-3    | 0920+ |              |              |      | 5000         |              | 137×137×108      |
|         | 0930  | 250          | 10/4         | IP43 | 120          | Sil          | +140×ø60         |
| PI-3+1  | 0921+ |              |              |      | 5000         |              | 137×137×108      |
|         | 0931  | 250          | 10/4         | IP43 | 120          | Bz           | +140×ø60         |
| C-3+2   | 715   | 380          | 16           | IP44 | -/15         | B            | 194×80           |
| C-3+2   | 716   | 380          | 32           | IP44 | -/15         | B            | 110×71×270       |

Notă. 1. Producție ELECTROCONTACT — Botoșani.

2. Abrevieri: PF — priză cu fișă; PI — priză cu întreruptor pachet; C — cuplă; 3, 10, 18 — nr. de contacte active; +1 — contact de protecție; +2 — contact de nul de protecție + contact de legare la pământ;

3. Simbolizarea din capul tabelului neevidentă:  $R_{uc}/f_c$  — rezistența la uzură electrică, manevre/frecvența de conectare, con/h, B — bachelită; T — tablă de oțel; Sil — siluminiiu; Bz — bronz.

### 3.3. Aparate de conectare electromagnetice

#### 3.3.1. Contactoare și rupătoare de curent continuu de utilizare generală

| Tipul | Codul | $U_n$ , V | $I_n$ , A | Nr. poli | CA  | Gabaritul, mm |
|-------|-------|-----------|-----------|----------|-----|---------------|
| BC    | 3531  | 220       | 60        | 2        | —   | 191×240×180   |
| RMC   | 3600  | 220       | 80        | 1        | 1+2 | 160×325×200   |
| RMC   | 3620  | 220       | 150       | 1        | 1+1 | 116×400×216   |

Notă. În capul tabelului: CA — contacte auxiliare nd + ni.

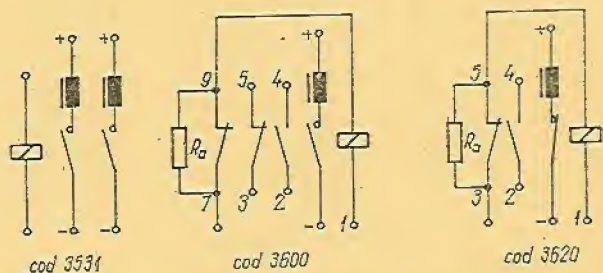


Fig. 3.3. Contactoare și rupătoare de curent continuu.

#### 3.3.2. Contactoare de curent alternativ

| Tipul | Codul | $I_n$ , A | $P_{nM}$ , kW | CA | Gabaritul, mm |
|-------|-------|-----------|---------------|----|---------------|
| 1     | 2     | 3         | 4             | 5  | 6             |

##### Contactoare de forță

|      |      |    |      |        |           |
|------|------|----|------|--------|-----------|
| TCA  | 4000 | 6  | 2,2  | 1+0    | 47×72×79  |
| TCA  | 4001 | 6  | 2,2  | 2+2    | 47×72×98  |
| TCA  | 4003 | 10 | 5,5  | 1+0    | 47×72×79  |
| TCA  | 4005 | 10 | 5,5  | 2+2    | 47×72×98  |
| TCA  | 4010 | 32 | 11,0 | 2+2    | 83×96×119 |
| TCAC | 4007 | 10 | 5,5  | 0+1    | 47×72×93  |
| TCAC | 4008 | 10 | 5,5  | 2+2    | 47×72×111 |
| TCAC | 4011 | 32 | 11,0 | 2+2    | 83×96×142 |
| AR   | 8100 | 6  | 2,2  | 1+0    | 48×50×75  |
| AR   | 8101 | 6  | 2,2  | 2; 3+2 | 48×50×90  |

| 1  | 2    | 3   | 4     | 5         | 6           |
|----|------|-----|-------|-----------|-------------|
| AR | 8104 | 10  | 5,5   | 2+2       | 48×50×90    |
| AR | 8105 | 10  | 5,5   | 1+0       | 48×50×75    |
| AR | 8106 | 10  | 5,5   | 2; 3+2    | 48×50×90    |
| AR | 8107 | 16  | 7,5   | 2; 3+2    | 50×55×100   |
| AR | 8108 | 25  | 11,0  | 2; 3+2    | 80×60×100   |
| AR | 7700 | 10  | —     | 1+0       | 48×50×75    |
| AR | 7701 | 16  | —     | 2+2       | 55×55×100   |
| AR | 7702 | 25  | —     | 2+2       | 55×55×100   |
| AR | 8109 | 40  | 18,5  | 0÷4+4÷0   | 75×75×115   |
| AR | 8110 | 63  | 30,0  | 0÷4+4÷0   | 80×80×120   |
| AR | 8111 | 100 | 45,0  | 0÷4+4÷0   | 105×105×160 |
| AR | 8112 | 160 | 90,0  | 0÷4+4÷0   | 140×140×175 |
| AR | 8113 | 250 | 132,0 | 2(4)+2(4) | 150×190×200 |
| AR | 8114 | 400 | 220,0 | 2(4)+2(4) | 190×215×240 |
| AR | 8116 | 630 | 315,0 | 2(4)+2(4) | 245×280×330 |
| RG | 8169 | 40  | 18,5  | 2+2       | 83×96×119   |
| RG | 8170 | 63  | 30,0  | 2+2       | 103×102×116 |
| RG | 8171 | 125 | 55,0  | 2+2       | 156×170×195 |
| RG | 8172 | 200 | 110,0 | 2+2       | 190×198×210 |
| RG | 8173 | 250 | 132,0 | 2(4)+2(4) | 214×239×261 |
| RG | 8174 | 400 | 220,0 | 2(4)+2(4) | 245×260×310 |

## Contactoare de comandă

|    |      |   |   |         |           |
|----|------|---|---|---------|-----------|
| A8 | 8102 | 6 | — | 8÷4+0÷4 | 48×50×90  |
| D8 | 8103 | 6 | — | 4÷2+2÷4 | 48×50×90  |
| CC | 4003 | 6 | — | 8÷4+0÷4 | 47×72×98  |
| CC | 4004 | 6 | — | 8÷4+0÷4 | 47×72×111 |

Notă. 1. Tipurile AR—8109÷8116 și RG se produc de ELECTRO-APARATAJ — București; restul, de I. Contactoare — Buzău.

2. În capul tabelului:  $P_{nM}$  — puterea motorului acționat la 380 V în regim AC3; CA — v. § 3.3.1.

3. Pentru contactoarele TCA:  $U_n = 500$  V c.a.;  $U_b = 24, 48, 110, 220, 380, 500$  V c.a.; rezistență la uzură electrică —  $10^6$  conectări; frecvența de conectare — 600 con/h; DA = 100%; grad protecție — IP00 ( $U_b$  — tensiunea de comandă).

4. Pentru contactoarele TCAC:  $U_b = 24, 48, 60, 110, 220$  V c.c.; rest — ca TCA.

5. Pentru contactoarele AR și RG:  $U_b$  ca TCA și TCAC; rest — ca TCA. La cerere se pot livra cu:

- DCC — dispozitiv de acționare în c.c. — codurile 8100÷8111;
- IB — dispozitiv de interblocaj mecanic pentru două contactoare identice, cod 8100÷8144, 8171÷8174;
- DZM — dispozitiv de zăvorire mecanică în poziția închis la contactoarele cod 8100÷8109;



— R10 — regletă pentru conectarea simultană a patru circuite la contactoarele cod 8100÷8106.

6. Contactoarele de comandă:  $U_b$  la A8, D8 — ca la TCA, la CC — ca la TCAC; categoria de utilizare — AC11 și DC11; D8-2+4 are și 2ndia (normal deschis cu închidere avansată) iar D8-4+2 are și 2 nidi (normal închis cu deschidere întârziată); în rest — ca TCA.

### 3.4. Aparate de protecție contra supracurenților

#### 3.4.1. Siguranțe fuzibile de joasă tensiune

| Denumirea | Specificația |
|-----------|--------------|
| 1         | 2            |

#### *Siguranțe cu filet 660/220 V c.a./c.c.*

|                           |     |                            |            |             |
|---------------------------|-----|----------------------------|------------|-------------|
| Mărimea/ $I_n$ , A        |     | DII/25                     | DIII/63    | DIV/100     |
| Secu cu                   | LS  | 2003                       | 2010       | 2020        |
| legături:                 | LF  | 2031                       | 2041       | —           |
|                           | LFi | 2061                       | 2071       | 2080        |
| Patron: cod/ $I_{nf}$ , A |     | 2240/2÷25                  | 2070/35÷63 | 2290/80÷100 |
| Elemente contact          |     | s+b                        | s+b+i      | s+b+i       |
| Capac: cod/filet          |     | 2004/E27                   | 2005/E33   | 2006/G1,1/4 |
| Gabarit                   | LS  | 53×53×144                  | 63×63×148  | 84×84×183   |
| ansam-                    | LF  | 73×44×46                   | 87×81×48   | —           |
| blu, mm                   | LFi | 62×42×61                   | 76×52×63   | 81×80×105   |
| Grad protecție            |     | LS, LF, — IP20; LFi — IP00 |            |             |

#### *Siguranțe MPR 660/440 V c.a./c.c.*

|                    |         |                                       |          |
|--------------------|---------|---------------------------------------|----------|
| Suport             | 4÷160   | Sist 101—411                          | NT00-406 |
| Sist +             | 6÷160   | Sist 150—412                          | NT0-407  |
| patron NT          | 36÷250  | Sist 201—413                          | NT1-408  |
| — cod              | 224÷400 | Sist 400—414                          | NT2-409  |
| pentru $I_n$ , A:  | 400÷630 | Sist 630—415                          | NT3-410  |
| Măner — cod        |         | Pentru toate gabaritele: 416          |          |
| Cod suport + cod   |         | 411+406/45×120×60; 412+407/42×170×75; |          |
| patron/gabarit, mm |         | 413+408/58×200×82; 414+409/64×225×98; |          |
|                    |         | 415+410/67×250×105                    |          |

| 1   | 2                                |   |                    |
|---|----------------------------------|---|--------------------|
| Siguranțe ultrarapide MPR pentru protecția semiconductoarelor de putere |                                  |   |                    |
| Tensiune nominală, V  | 660                              | 1000  | 1250               |
| Gabarit siguranță — cod/ $I_n$ , A                                      | 00—400/<br>/16÷100;              | 0.1—451/<br>/63÷200;                        | 3.2—450/400;<br>2× |
| (Se pot echipa cu percutor, adăugându-se la cod P; exemplu              | 1—419/<br>/100÷200;              | 1.1—462/250;<br>2.1—463/315;                | 3.2—476/800        |
| Gabarit 00 — cod 400P)  | 2—420/<br>/250÷400;<br>3—421/500 | 3.1—464/350÷<br>400;<br>2×3.1—418/<br>/1000 |                    |

Notă. 1. Simboluri, abrevieri: LS, LF, LFi — legături în spate, în față cu capac, idem fără capac la soclu; ș, b, i — șabă, bucsă, inel; MPR — mare putere de rupere.

2. Scara curenților nominali (și indicatorul de fuziune la siguranțele cu filet), A: 2 (roz) — 4 (brun) — 6 (verde) — 10 (roșu) — 16 (gri) — 20 (bleu) — 25 (galben) — 35 (negru) — 36 — 50 (alb) — 63 (arămiu) — 80 (argintiu) — 100 (roșu) — 125 — 160 — 200 — 224 — 250 — 300 — 315 — 355 — 400 — 500 — 630 (cu cifre grase, valorile ce înlocuiesc 35 cu 36, 315 cu 300 sau în plus 224 și 355 la patronul NT).

3. Caracteristicile de fuziune: pentru siguranțele MPR — fig. 3.4, pentru siguranțele cu filet:

| $I_n$ , A        |                  | 2÷4  | 6÷10 | 16÷25 | 35÷63 | 80÷100 |
|------------------|------------------|------|------|-------|-------|--------|
| $t_f$ , s        | $1,75 \cdot I_n$ | 10   | 10   | 10    | 10    | 10     |
|                  | $7,00 \cdot I_n$ | 0,05 | 0,1  | 0,15  | 0,2   | 0,35   |
| Curent rupere, A |                  | 1600 | 1600 | 1600  | 4000  | 8000   |

### 3.4.2. Siguranțe fuzibile de medie tensiune

| Fuzibilul |                   | Suportul  | $U_n$ | Masa | Gabaritul |
|-----------|-------------------|-----------|-------|------|-----------|
| $I_n$ , A | $I_R$ , $S_{R^*}$ | $I_n$ , A | kV    | kg   | mm        |
| 1         | 2                 | 3         | 4     | 5    | 6         |

#### *Siguranțe tip SFIM — 7,2 kV*

|          |            |     |     |      |             |
|----------|------------|-----|-----|------|-------------|
| 25÷80    | 100÷310    | 250 | 7,2 | 11,3 | 162×682×255 |
| 100÷250  | 375÷825    | 250 | 7,2 | 13,6 | 162×682×255 |
| 315; 400 | 1320; 1570 | 400 | 7,2 | 19,2 | 162×682×361 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|

*Siguranțe tip SFIn — 6÷35 kV*

|        |      |     |      |      |             |
|--------|------|-----|------|------|-------------|
| 2,5÷63 | 400* | 100 | 6,0  | 11,0 | 110×453×235 |
| 80÷100 | 300* | 100 | 6,0  | 12,0 | 110×453×235 |
| 2,5÷63 | 450* | 100 | 10,0 | 12,0 | 110×553×255 |
| 80÷100 | 325* | 100 | 10,0 | 13,0 | 110×553×255 |
| 2,5÷63 | 700* | 100 | 20,0 | 24,0 | 110×705×335 |
| 25÷40  | 425* | 100 | 20,0 | 24,0 | 110×705×335 |
| 2,4÷10 | 700* | 100 | 35,0 | 42,0 | 110×853×455 |
| 25÷40  | 400* | 100 | 35,0 | 42,0 | 110×853×455 |

*Siguranțe tip SFEn — 6÷35 kV*

|        |      |     |      |      |              |
|--------|------|-----|------|------|--------------|
| 2,5÷63 | 400* | 200 | 6,0  | 65,0 | 670×875×453  |
| 80÷100 | 300* | 200 | 6,0  | 65,0 | 670×875×453  |
| 2,5÷63 | 400* | 200 | 10,0 | 65,0 | 670×875×453  |
| 80÷100 | 325* | 200 | 10,0 | 65,0 | 670×875×453  |
| 2,5÷16 | 700* | 200 | 20,0 | 90,0 | 875×1155×684 |
| 25÷40  | 425* | 200 | 20,0 | 90,0 | 875×1155×684 |
| 2,5÷10 | 700* | 200 | 35,0 | —    | 288×868×526  |
| 25÷40  | 400* | 200 | 35,0 | —    | 288×868×526  |

*Siguranțe tip SFITn — 6÷35 kV*

|   |       |     |      |      |             |
|---|-------|-----|------|------|-------------|
| — | 500*  | 100 | 6,0  | 11,0 | 110×453×235 |
| — | 1000* | 100 | 10,0 | 20,0 | 110×553×235 |
| — | 1000* | 100 | 20,0 | 15,0 | 110×705×455 |
| — | 1000* | 100 | 35,0 | 22,0 | 110×853×455 |

*Siguranțe tip SFETn — 6÷35 kV*

|   |       |     |      |   |              |
|---|-------|-----|------|---|--------------|
| — | 500*  | 200 | 6,0  | — | 670×875×453  |
| — | 1000* | 200 | 10,0 | — | 670×875×453  |
| — | 1000* | 200 | 20,0 | — | 875×1155×684 |
| — | 1000* | 200 | 35,0 | — | 288×868×526  |

Notă. 1. Producător: ELECTROPUTERE — Craiova.

2. Simbolizare: SFIM — siguranță fuzibilă de interior pentru protecția motoarelor electrice; SFIn, SFEn — siguranțe fuzibile de interior, exterior pentru protecția transformatoarelor de forță, condensatoarelor etc.; SFITn, SFETn — siguranțe fuzibile de interior, exterior pentru protecția transformatoarelor de măsură.

3. Scara curenților pentru FIM,  $I_n/I_R$ , A: 25/100—31,5—160—40/190—50/220—63/270—80/310—100/375—125/485—160/638—200/748—250/825—315/1320—400/1570.

4. Alegerea fuzibililor pentru protecția transformatoarelor de forță și a motoarelor electrice — v. fig. 3.5.



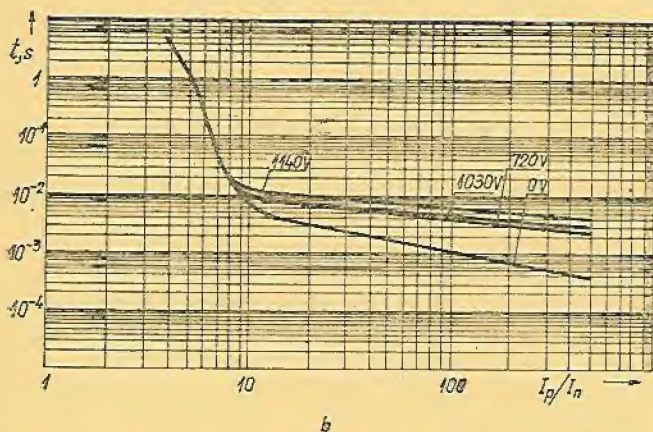
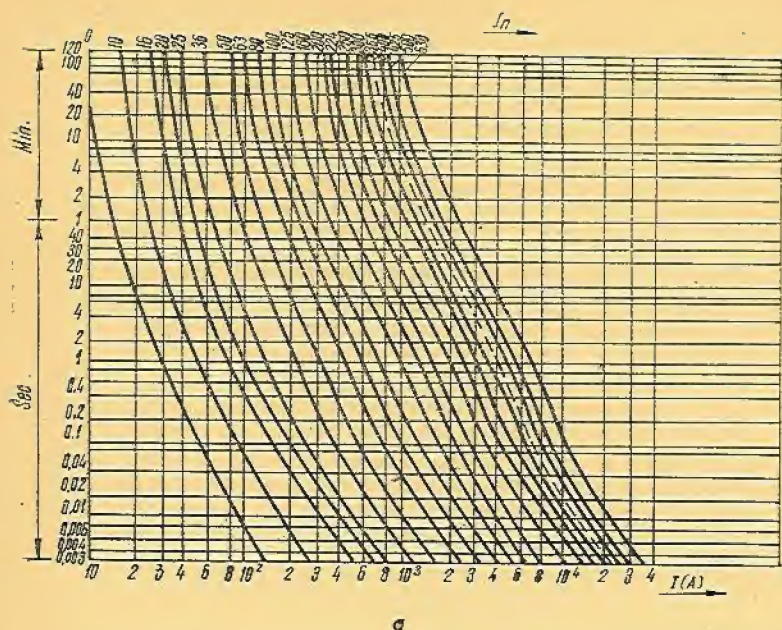


Fig. 3.4. Caracteristicile de fuziune a siguranțelor MPR:  
 a — 600/400 V c.a./c.c.; b — ultrarapide.

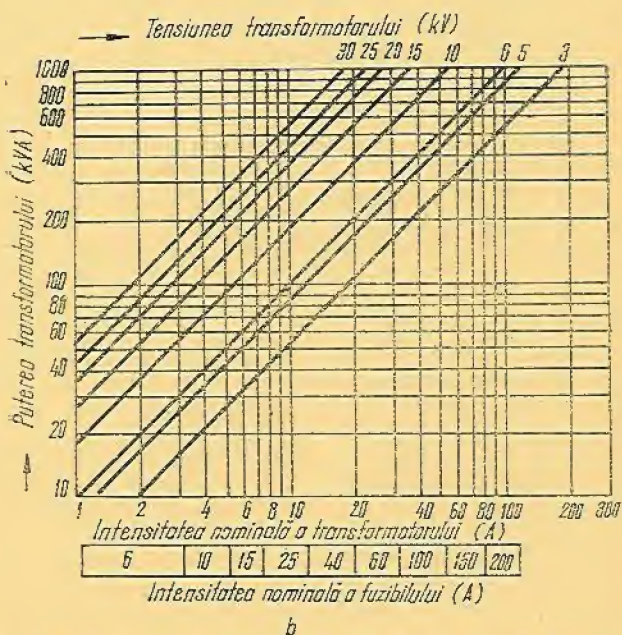
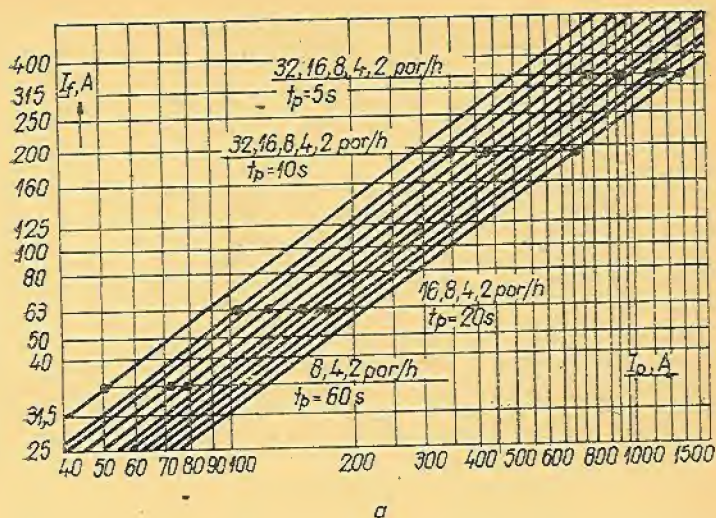


Fig. 3.5. Diagramă pentru alegerea fuzibililor de medie tensiune:  
a - tip SFIM; b - tip SFIn.

### 3.4.3. Relee termice tripolare

| Tipul               | TSA<br>10            | TSA<br>16     | TSA<br>32     | TSAW<br>400-630 |                | TSAW-PG<br>630 |
|---------------------|----------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| Carac-<br>teristici |                      |               |               |                 |                |                |
| Cod                 | 3670                 | 3671          | 3872          | 3678A           | 3677           | 3679           |
| $I_n$ , A           | 10                   | 16            | 32            | 400             | 630            | 630            |
| $I_r$ , A           | $0,4 \div 11$        | $0,4 \div 16$ | $0,4 \div 32$ | $80 \div 400$   | $315 \div 630$ | $63 \div 630$  |
| Producă-<br>tor     | I. Contactoare-Buzău |               |               | ELECTROAPARATAJ |                |                |

Notă. 1. Caracteristici comune:  $U_n = 660$  V;  $I_t/I_r = 0,67 \div 1$ ;  $I_R$ , A/V = 3/220; 2/380; 1/500 ( $I_r$ ,  $I_t$ ,  $I_R$  - curent de reglaj, reglat pentru protecția termică la suprasarcină, de rupere a contactelor); conectări pe oră - 15; grad protecție - IP00; execuție - N, M, T; rest - conform fig. 3.6.

2. PG - pentru protecția motoarelor cu pornire grea ( $t_p \geq 15$  s [la  $6I_r$ ]).

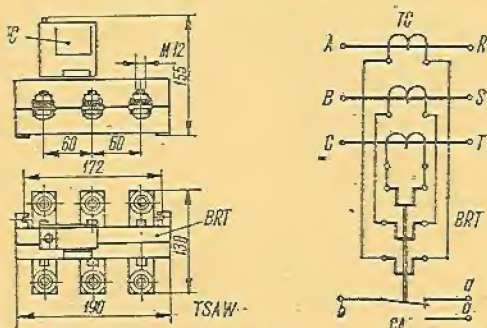
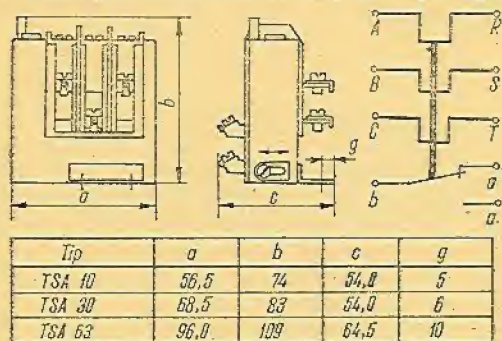


Fig. 3.6. Schemele și construcția releelor termice tripolare.



## 6.5. Aparate de conectare și protecție

### 6.5.1. Întrerupătoare automate de joasă tensiune

| $I_n$ , A  | $N_p$ | $I_r$ , A   | $I_R$ , kA | Acționare | Montaj | DC     | Gabaritul, mm    |
|--|-------|-------------|------------|-----------|--------|--------|------------------|
| 1  | 2     | 3           | 4          | 5         | 6      | 7      | 8                |
| <i>Întrerupătoare automate mono și bipolare pentru înșelații, de 380 V c.a. și 250 V c.c.*</i> |       |             |            |           |        |        |                  |
| 25   | 1     | 0,5 ÷ 25    | 1,5        | L         | F      | T, EM  | 18 × 80 × 67     |
| 25   | 1     | 1,0 ÷ 25    | 1,5        | L         | F      | T, EM  | 45 × 85 × 76     |
| 25   | 2     | 0,5 ÷ 25    | 1,5        | L         | F      | T, EM  | 35 × 80 × 67     |
| 100  | 1     | 40 ÷ 100    | 6,0        | L         | F      | T, EM  | 45 × 180 × 82    |
| 10*  | 1     | 0,5 ÷ 10    | 1,0        | L         | F      | T, EM  | 24 × 80 × 67     |
| 25*  | 1     | 5 ÷ 25      | 1,0        | L         | F      | T, EM  | 23 × 85 × 76     |
| 25*  | 1     | 1 ÷ 25      | 1,0        | L         | F      | T, EM  | 25 × 85 × 76     |
| 25*  | 2     | 5 ÷ 25      | 1,0        | L         | F      | T, EM  | 45 × 85 × 76     |
| <i>Întrerupătoare automate ultrarapide 1 000 V c.c. (kA*)</i>                                  |       |             |            |           |        |        |                  |
| 1250   | 1     | 1,25 ÷ 2,5* | 12         | E         | F      | EM     | 400 × 710 × 790  |
| 3150   | 1     | 3,15 ÷ 1,2* | 24         | E         | F      | EM     | 480 × 860 × 1300 |
| 2500   | 1     | v. nota 2   | 6          | E         | F      | —      | 480 × 860 × 1300 |
| <i>Întrerupătoare automate AMRO 660 V c.a., 1220 V c.c.</i>                                    |       |             |            |           |        |        |                  |
| 10   | 3     | 0,4 ÷ 11    | 1,0        | L         | F      | DT, DE | 77 × 100 × 83    |
| 16   | 3     | 0,4 ÷ 16    | 1,5        | L         | F      | DT, DE | 83 × 119 × 85    |
| 25   | 3     | 11 ÷ 25     | 1,5        | L         | F      | DT, DE | 89 × 100 × 81    |
| 40   | 3     | 20 ÷ 40     | 2,5        | L         | F      | DT, DE | 100 × 134 × 94   |
| 100  | 2; 3  | 40 ÷ 100    | 8,0        | L, M      | F, D   | DT, DE | 105 × 257 × 314  |
| 100  | 4     | 2,5 ÷ 100   | 8 ÷ 8      | L         | D      | DT, DE | 149 × 112 × 166  |

| 1  | 2    | 3         | 4  | 5      | 6    | 7      | 8               |
|--|------|-----------|----|--------|------|--------|-----------------|
| <i>Intrerploare automate USOL 660 V c.a., 220 V c.c.</i> |      |           |    |        |      |        |                 |
| 250  | 2    | 100 ÷ 250 | 15 | L, M   | F, D | DT, DE | 140 × 253 × 354 |
| 250  | 3    | 100 ÷ 250 | 10 | L, M   | F, D | DT, DE | 140 × 278 × 354 |
| 250  | 4    | 100 ÷ 250 | 10 | L      | F, D | DT, DE | 193 × 175 × 220 |
| 500  | 4    | 100 ÷ 500 | 25 | L      | F, D | DT, DE | 290 × 296 × 275 |
| 630  | 2    | 100 ÷ 630 | 25 | F, M   | F, D | DT, DE | 248 × 310 × 410 |
| 630  | 3    | 100 ÷ 630 | 25 | F, M   | F, D | DT, DE | 248 × 310 × 410 |
| 800  | 2, 3 | 400 ÷ 800 | 25 | L, F   | F, D | DT, DE | 290 × 440 × 363 |
| <i>Intrerploare automate ASRO 660 V c.a.</i>             |      |           |    |        |      |        |                 |
| 1000   | 3    | 600; 1000 | 50 | L, M   | F, D | nota 4 | 334 × 530 × 574 |
| 1600   | 3    | 1600      | 50 | L, M   | F, D | nota 4 | 334 × 530 × 574 |
| 2000   | 3    | 2000      | 52 | L, M   | F, D | nota 4 | 424 × 535 × 604 |
| <i>Intrerploare automate OROMAX-CS 660 V c.a.</i>        |      |           |    |        |      |        |                 |
| 1000   | 3    | 600; 1000 | 60 | N, NM  | F, D | nota 4 | 452 × 598 × 692 |
| 1600   | 3    | 1600      | 60 | N, NM  | F, D | nota 4 | 452 × 598 × 692 |
| 2000   | 3    | 2000      | 70 | N, NM  | F, D | nota 4 | 536 × 598 × 692 |
| 2500   | 3    | 2500      | 70 | N, NM  | F, D | nota 4 | 536 × 598 × 692 |
| 4000   | 3    | 4000      | 70 | N, NM  | F, D | nota 4 | 866 × 598 × 723 |
| <i>Intrerploare automate OROMAX-IV 660 V c.a.</i>        |      |           |    |        |      |        |                 |
| 1000   | 4    | 600; 1000 | 50 | NA, NM | F, D | nota 4 | 554 × 578 × 692 |
| 1600   | 4    | 1600      | 50 | NA, NM | F, D | nota 4 | 554 × 578 × 692 |
| 2000   | 4    | 2000      | 52 | NA, NM | F, D | nota 4 | 638 × 578 × 692 |
| 2500   | 4    | 2500      | 52 | NA, NM | F, D | nota 4 | 638 × 578 × 692 |

| 1  | 2 | 3         | 4        | 5    | 6 | 7      | 8               |
|--|---|-----------|----------|------|---|--------|-----------------|
| <i>Întreprindere automate AMRO și USOL cu releu RPACD de protecție contra curenților de defect în c.a.</i> |   |           |          |      |   |        |                 |
| 40   | 4 | 20 ÷ 40   | 0,1; 0,3 | L    | F | DT, DE | 268 × 105 × 94  |
| 100  | 3 | 40 ÷ 100  | 0,3; 0,5 | L    | F | DT, DE | 285 × 135 × 150 |
| 100  | 4 | 50 ÷ 100  | 0,3; 0,5 | L, M | F | DT, DE | 400 × 150 × 275 |
| 250  | 3 | 100 ÷ 250 | 0,3; 0,5 | L, M | F | DT, DE | 450 × 140 × 270 |
| 250  | 4 | 100 ÷ 250 | 0,5      | L, M | F | DT, DE | 450 × 190 × 270 |

Notă. 1. Pentru întreruptoarele mono și bipolare 380/220 V c.a./c.c. tipul de 10 A are 1 ni, iar 25 A c.c. poate fi și cu 1 ni + 1 nd; scara curenților  $I_r$ , A: 0,5–1 (1,2)–1,5 (1,6)–2–3–4–5 (6)–10–15(16)–20–25–40–63–80–100 (în paranteză s-au trecut valorile pentru c.c.).

2. Pentru întreruptoarele ultrarapide: acționare prin E – electromagnet 220 V și DD – declanșator de deschidere 24 V; protecție prin EM – releu electromagnetic (tipul 2500 A este fără relee de protecție, acționând ca separator de sarcină).

3. Pentru întreruptoarele AMRÖ și USOL:

– Scara curenților  $I_r$ : 0,4–0,55–0,75–1–1,3–1,8–2,4–3,3–4,5–6–8–11–16–20–25–32–40–50–63–80–100–125–160–200–250–320–400–500–580–630–700–800;

– Reglajul protecției: la suprasarcină, prin DT – declanșatoare termice cu curentul de declanșare  $I_t = (0,8 \dots 1)I_r$ ; la scurtcircuit, prin DE – declanșatoare electromagnetice și anume: la AMRO – reglaj fix la  $10I_r$ , la USOL 250 – reglaj fix 4;  $10I_r$ , la USOL 630; 800 – reglaj variabil  $2 \div 4$ ;  $5 \div 10I_r$  (valorile  $2 \div 4I_r$  se adoptă la protecția liniilor prin DD);

– Acționare: L – manual; M – cu motor (250 W/VA la 220 V c.c./c.a.) sau E – electromagnet (110; 220 V c.c.);



— Montaj: F — fix sau D — debroșabil; legături: LF — față, LS — spate; execuție deschisă (pentru dulap) sau capsulată;

— Echipare suplimentară: fără sau cu CA — contacte auxiliare cu DTm — declanșator de tensiune minimă (poate fi temporizat cu releu RZ3 — 220 V c.c.) sau DD — declanșator de deschidere.

#### 4. Pentru întreruptoarele ASRO și OROMAX:

— Declanșatorul maximal de curent poate fi de tipul MK, MKs, MKsi, MKE, MKEs, MKEsi, cu caracteristicile de mai jos:

| $I_n, A$  | Protecție ss |                    | Protecție la scurtcircuit |  |             |            |
|-----------|--------------|--------------------|---------------------------|--|-------------|------------|
|           | $I_1/I_n$    | $t_1, s/I_D$       | $I_2/I_n$                 | $t_2, s$   | $I_3, kA$   |            |
| 600; 1000 | 0,5÷1        | 10/6I <sub>1</sub> | 2÷4; 4÷12                 | instan-  | MKsi, MKEsi | 10, 20, 30 |
| 1600      | 0,5÷1        | 10/6I <sub>1</sub> | 2÷4; 4÷10                 | tanen:   |             | 10, 20, 30 |
| 2000      | 0,5÷1        | 10/6I <sub>1</sub> | 2÷4; 4÷10                 | MKsi și  |             | 10; 20; 30 |
| 2500      | 0,5÷1        | 10/6I <sub>1</sub> | 2÷4; 3÷6                  | MKEsi;   |             | 20; 30     |
| 4000      | 0,5÷1        | 10/6I <sub>1</sub> | 2÷4; 3÷6                  | 0,1÷0,5s:<br>MK <sub>(si)</sub><br>MKE <sub>(si)</sub> |             | 20; 30     |

— Acționare: manuală NA — printr-o manevră sau N — prin manevre repetate; NM — prin motor electric 110; 220 V c.a. sau c.c.;

— Echipare suplimentară: DTm — declanșator de tensiune minimă (110, 220, 380, 415, 500 V c.a. sau 220 V c.c.; poate fi temporizat prin releu RZ2 — 220, 380, 500 V c.a.), ED — declanșator de deschidere și E — electromagnet de comandă a anclanșării (110, 220, 380, 415, 500 V c.a. sau 24, 48, 110, 220 V c.c.) sau motor (v. acționare).

#### 5. Pentru întreruptoarele cu RPACD:

— În coloana 4 sînt trecute valorile nominale ale curenților de defect  $I_{\Delta n}$  în amperi;

— tensiunea de alimentare a DTm va fi aceeași cu tensiunea auxiliară de alimentare a RPACD (220, 380, 500 V c.a.);

— RPACD poate fi montat și la alte întreruptoare în limitele valorilor nominale ale  $I_{\Delta n}$ .

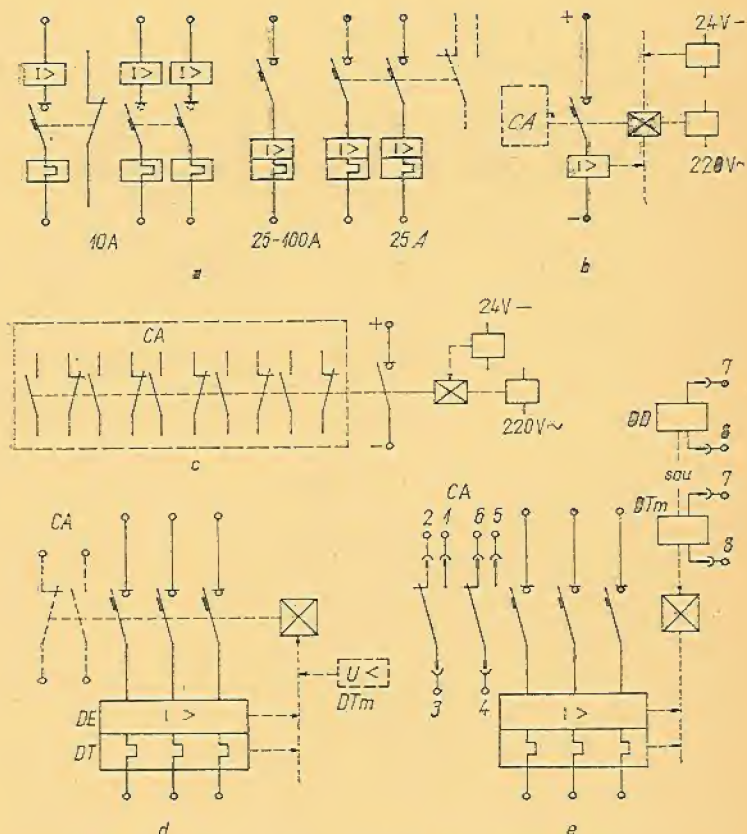


Fig. 3.7. Întrerupătoare automate de joasă tensiune 1:  
 a — mono și bipolare; b — ultrarapide 1250; 3150 A (CA — v. fig. c); c — idem, 2500 A;  
 d — AMRO 10...63 A; e — AMRO 100 A (acționarea prin motor — v. fig. 3.8, e).

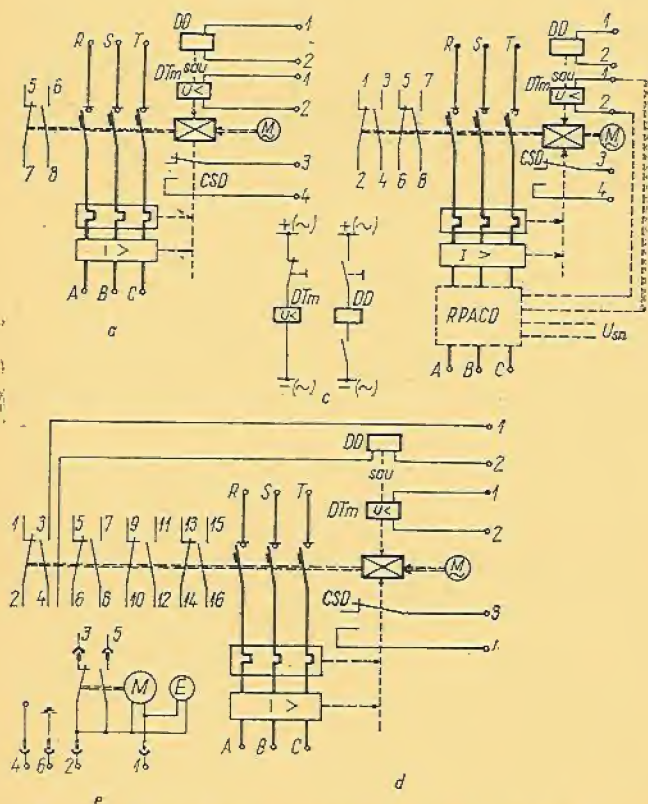


Fig. 3.8. Întreruptoare automate de joasă tensiune 2:

a — USOL 250; b — USOL 500 (630) — s-a trasat punctat exemplul de montare a RPACD;  
 c — acționare DD sau DTm; d — USOL a 800; e — acționare prin motor.



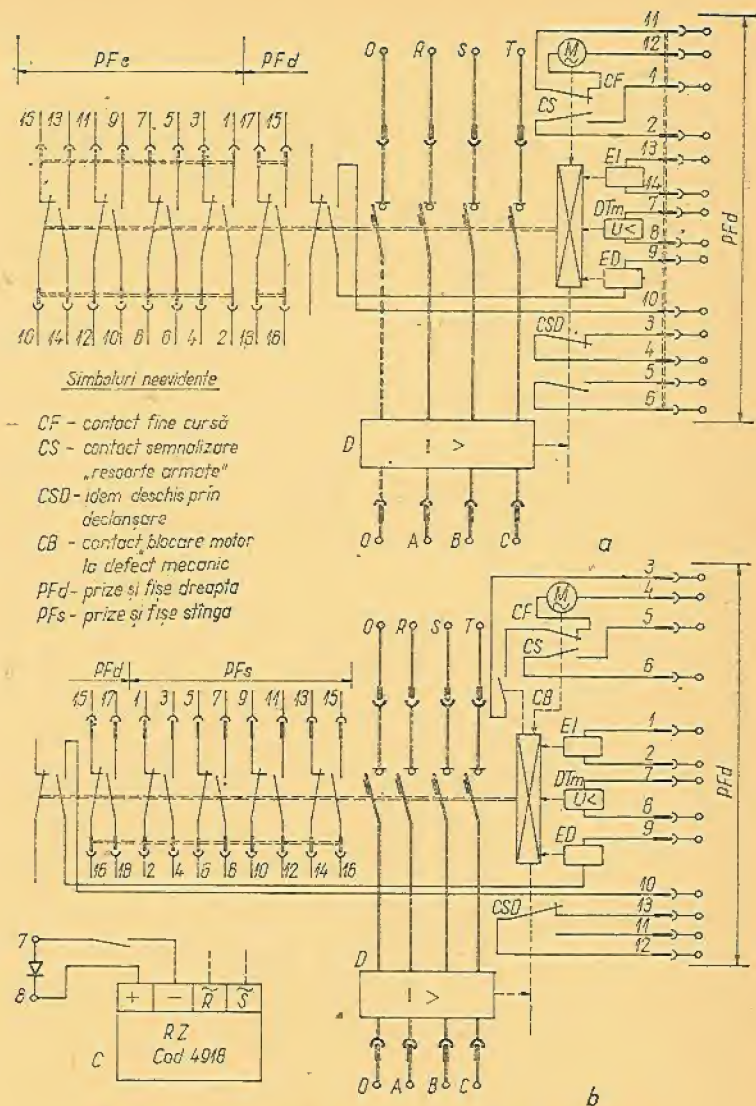


Fig. 3.9. Întreruptoare automate de joasă tensiune 3:  
a - ASRO; - OROMAX; c - declanșare întârziată la minimă tensiune.

### 3.5.2. Contactoare și întrerupătoare automate de medie și înaltă tensiune

| Tip — $U_n$ , kV, $I_n$ , A |  | $\frac{I_{t01}}{I_d}$<br>kA | $S_R$<br>MVA | $t_{1/ta}$<br>s   | Ulei<br>kg | Masa<br>totală<br>kg | Dispozitiv<br>de<br>acționare |
|-----------------------------|--|-----------------------------|--------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------------------|
| 1                           |  | 2                           | 3            | 4                 | 5          | 6                    | 7                             |
| CAM — 6 — 100               |  | 3/7                         | —            | —                 | —          | —                    | EM                            |
| IUP-M                       | 10 — 630; 1000                               | $\frac{30}{76,5}$           | 350*         | $0,12 \div 0,16$  | 9          | 310                  | MRI-0                         |
|                             | 20 — 630; 1000                               |                             | 500          | $0,07 \div 0,075$ | 10         | 330                  | MRI-1                         |
| IUP-25 kV                   | CESU — 35 kV —<br>600; 1000/5/5A +<br>TEBU — |                             |              |                   |            |                      |                               |
|                             | 25/0,1 kV                                    | $\frac{30}{75}$             | 400          | $0,11 \div 0,12$  | —          | 1000                 | MRI-2b                        |
|                             | 1250A  |                             |              | $0,06 \div 0,08$  | —          | 645                  | MRI-2b                        |
|                             | 1250A + 1;<br>2TEBU — 25/0,1 kV              |                             |              |                   | —          | 730;<br>815          | MRI-2b                        |
| IUP                         | 35I — 1250                                   | $\frac{35}{75}$             | 1000         | $0,16 \div 0,22$  | 70         | 1085                 | DPI                           |
|                             |  | $\frac{35}{75}$             |              | $0,08 \div 0,12$  |            | 1800                 | MR-4                          |
|                             | 35E — 1250                                   | $\frac{35}{75}$             | 1000         | $0,16 \div 0,22$  | 70         | 1125                 | DPI                           |
|                             |  | $\frac{75}{20}$             | —            | $0,08 \div 0,12$  | —          | 1800                 | MR-4                          |
|                             | 72 kV — 1250A                                | $\frac{20}{50}$             | 3000         | $0,16 \div 0,22$  | 180        | 3900                 | MR-4                          |
|                             | 110 kV — 1250A-E                             |                             | 3000         | $0,08 \div 0,09$  | 180        | 4200                 | DPI                           |
|                             | 110 kV — 1250A-I                             |                             |              |                   |            |                      |                               |

| 1                 | 2            | 3    | 4     | 5           | 6    | 7                              |
|-------------------|--------------|------|-------|-------------|------|--------------------------------|
| IO                | 10-630       | 30   | 500*  | 0,11÷0,15   | 6,5  | 210                            |
|                   | 10-1000      | 75   | 500*  | 0,06÷0,065  | 6    | 220                            |
|                   | 10-2500      | 30   | 500*  | 0,18/0,07   | 8    | 300                            |
|                   | 20-2500      | 76,5 | 500*  | 0,18/0,07   | 7,6  | 310                            |
|                   | 20-630       | 30   | 500*  | 0,11÷0,15   | 7,6  | 320                            |
|                   | 20-1250      | 75   | 500*  | 0,06÷0,065  | 7,6  | 285                            |
| IO-B              | 110-1600     | 55   | 6000  | 0,11÷0,13   | 1711 | 1460                           |
|                   | 220-1600     | 80   | 12000 | 0,035÷0,045 | 4121 | 3300                           |
|                   | 15-1250      | 60   | 750*  | 0,18/0,07   | 9    | 285                            |
|                   | 15-2500      | 150  | 750*  | 0,18/0,07   | 12   | 500                            |
|                   | 20-1250      |      | 750   | 0,18/0,07   | 9    | 280                            |
|                   |              |      |       |             |      | MRI(L)-3/<br>MR-4<br>MRI(L)-3/ |
| IO-AP             | 12/630; 1250 | —    | 20 kA | 0,065÷0,1   | 6,51 | 180                            |
|                   | 24/630       | —    | 10 kA | 0,04÷0,06   | 71   | 215                            |
| UNC-24 kV - 630 A |              | —    | 330   | —           | —    | —                              |
|                   |              |      |       |             |      | MPI<br>MPI<br>MMR              |

Notă. 1. Simbolizare: CAM — contactor în aer pentru acționarea motoarelor; EM — electromagnet de acționare; IUP — întrerupător în ulei puțin; M — modernizat; O — ortojector (suflaj longitudinal); AP — acționare pneumatică; UNC — întrerupător tripolar pentru cuptoare cu arc până la 3 tone; *primul grup de cifre* — tensiunea nominală în kV; *al doilea grup de cifre* — curentul nominal în A; La IUP-25 kV se indică, când este cazul, și echiparea cu transformatoare de măsură.



2. Valorile cu\*, pentru alte tensiuni nominale, devin: IUP-M: 6 kV — 200 MVA; IO — 6 kV; 630/300; 1250/300 2500/400 A/MVA; IO-B: 6/400; 10/500 kV/MVA.

3. Caracteristicile dispozitivelor de acționare a întreruptoarelor sint date în tabelul următor:

| Caracteristicile                                |          | MRI-0     | MRI-1     | MRI-2     | MRI-3     | MR(L)-3   | MR-4      | MPI       | MOP-1    | DPI      | Observații          |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|---------------------|
| Motor<br>arma-<br>re:                           | c.c.     | —         | —         | 48        | 48        | —         | —         | —         | 220/380  | —        | Simbolizare: M —    |
|   | $U_n, V$ | —         | —         | 600       | 600       | —         | —         | —         | 1500     | —        | mechanism; R — cu   |
|   | $P_n, W$ | —         | 220       | 220       | 220       | 110 — 220 | 110 — 220 | —         | 2        | —        | resort; I — pentru  |
|   | c.a.     | —         | 600       | 600       | 600       | 650       | 850       | —         | —        | —        | acționare între-    |
| Elec-<br>tro-<br>mag-<br>net<br>acțio-<br>nare: | c.c.     | 24 ÷ 220  | 24 ÷ 220  | 24 ÷ 220  | 24 ÷ 220  | 220       | 12 ÷ 220  | 24 ÷ 220  | 48 ÷ 220 | 24 ÷ 220 | O — oleo; P — pneu- |
|   | $U_n, V$ | 150       | 150       | 150       | 150       | 150       | 200       | 180       | 300/500  | 130      | matic; cifra — va-  |
|   | $P_n, W$ | 110 — 220 | 110 — 220 | 110 — 220 | 110 — 220 | 220       | 110 — 220 | 110 — 220 | —        | 24 ÷ 220 | rianța construcți-  |
|   | c.a.     | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       | 200       | 180       | —        | 130      | vă.                 |
| Rezis-<br>tențe<br>încălzire:                   | $U_n, V$ | —         | —         | 220       | —         | —         | 220       | —         | 220      | —        | Unghi de rotație:   |
|   | $P_n, W$ | —         | —         | 50        | —         | —         | 120       | —         | 500      | —        | MR1, MR — 155       |
| Timp armare, s                                  | 5 ÷ 9    | 5 ÷ 9     | 5 ÷ 9     | 5 ÷ 9     | 6 ÷ 10    | 5 ÷ 8     | 8 ÷ 12    | —         | —        | —        | grd; MPI — 100grd;  |
|   | 90       | 90        | 90        | 90        | 95        | 150       | 250       | 170 ÷ 215 | 500      | —        | Lucru mecanic,      |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | 5         | 300      | —        | danM: MRI-0, 1, 2   |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | 25        | —        | —        | — 65; MRI3 — 80;    |
| Masă, kg  | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | 6,5 ÷ 7   | 60       | —        | MR-4 — 100;         |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        | MP1 — 47,5 ÷ 52,5;  |
| Presiune, dan/cm <sup>2</sup>                   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |
| t aer/manevră                                   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |
| t ulei/pol                                      | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |
|   | —        | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —         | —        | —        |                     |

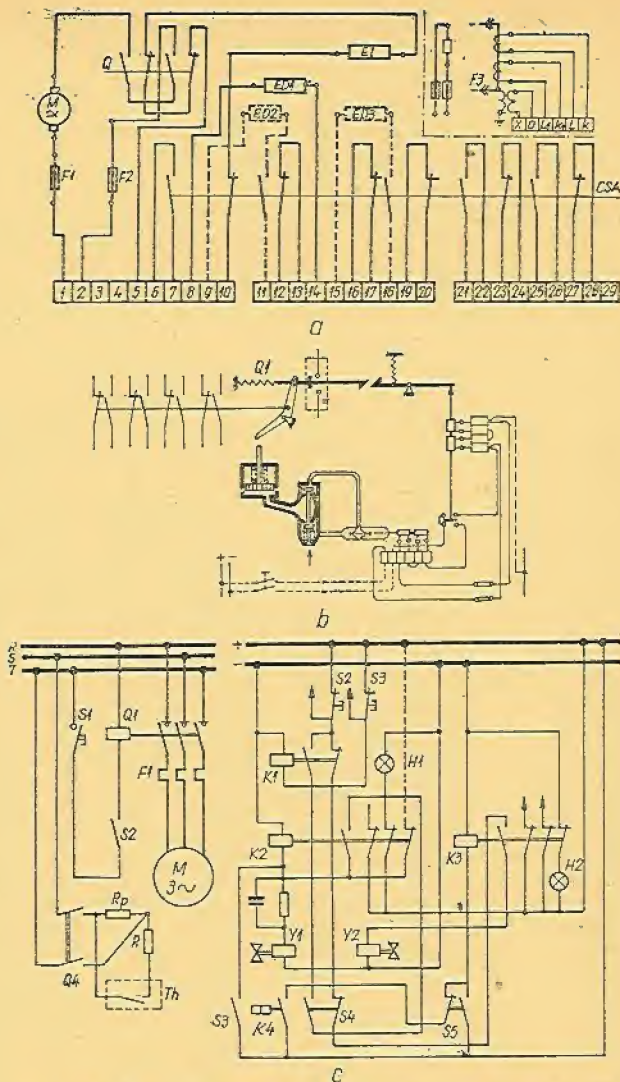


Fig. 3 10. Schemele electrice ale dispozitivelor de acționare ale  
 întreruptoarelor automate de medie și înaltă tensiune:  
 a — tip MR; b — tip DPI; c — tip MOP-1:

### 3.6. Aparate de protecție contra supracurenților și supratensiunilor

#### 3.6.1. Bobine de reactanță uscate, fără miez de fier, pe cadru de beton

| Tip- $U_n$ , kV/ $I_n$ ,<br>A- $X_L$ , % | $I_{tot}$ ,<br>kA | $I_d$ ,<br>kA | $R_f$ ,<br>$10^{-2}\Omega$ | Gabarit, mm   |      | Masa,<br>kg |
|--|-------------------|---------------|----------------------------|---------------|------|-------------|
|  |                   |               |                            | $\varnothing$ | H    |             |
| 1  | 2                 | 3             | 4                          | 5             | 6    | 7           |
| BR-5,25/300-5,5                          | —                 | —             | —                          | —             | —    | —           |
| BR-6/75-8                                | —                 | —             | —                          | —             | —    | —           |
| BR-6/150-10                              | —                 | —             | —                          | —             | —    | —           |
| BR-6/200-4                               | 5,00              | 9,16          | 3,500                      | 1025          | 700  | 1360        |
| BR-6/200-8                               | 2,50              | 4,58          | 8,200                      | 1140          | 790  | 1775        |
| BR-6/400-4                               | 10,00             | 25,40         | 1,410                      | 835           | 835  | 1900        |
| BR-6/400-12                              | —                 | —             | —                          | —             | —    | —           |
| BR-6/500-4                               | 12,50             | 31,75         | 0,162                      | 1025          | 925  | 1900        |
| BR-6/500-10                              | 5,00              | 9,16          | 2,640                      | 1140          | 1195 | 1900        |
| BR-6/600-4                               | 15,00             | 38,10         | 1,120                      | 1025          | 835  | 1800        |
| BR-6/600-5                               | 12,00             | 30,48         | 1,000                      | 1140          | 735  | 1700        |
| BR-6/600-6                               | 10,00             | 25,40         | 1,400                      | 1140          | 835  | 1900        |
| BR-6/600-10                              | 6,00              | 15,24         | 1,850                      | 1140          | 1015 | 1900        |
| BR-6/640-9                               | —                 | —             | —                          | —             | —    | —           |
| BR-6/750-5                               | 15,00             | 38,10         | 7,700                      | 1140          | 970  | 1850        |
| BR-6/1000-4                              | 25,00             | 45,80         | 0,740                      | 1140          | 790  | 1775        |
| BR-6/1000-5                              | 20,00             | 50,80         | 0,630                      | 1140          | 880  | 1900        |
| BR-6/1000-6                              | 16,60             | 42,10         | 0,565                      | 1140          | 925  | 1950        |
| BR-6/1000-10                             | 10,00             | 25,40         | 0,575                      | 1140          | 1195 | 2050        |
| BR-6/1500-6                              | 25,00             | 63,00         | 0,414                      | 1140          | 1095 | 1850        |
| BR-6/1500-8                              | 18,75             | 47,62         | 0,393                      | 1420          | 745  | 4300        |
| BR-6/1500-10                             | 15,00             | 38,10         | 0,462                      | 1420          | 835  | 4550        |
| BR-6/2000-6                              | 33,30             | 84,58         | 0,210                      | 1420          | 835  | 4525        |
| BR-6/2000-8                              | 25,00             | 63,00         | 0,163                      | 1420          | 925  | 6000        |
| BR-6/2 × 1000-2 × 8                      | 25,00             | 63,00         | 0,243                      | 1420          | 1660 | 9750        |
| BR-6,3/200-4                             | 25,00             | 45,80         | 0,740                      | 1140          | 790  | 1775        |
| BR-6,3/1000-10                           | 10,00             | 25,40         | 0,575                      | 1140          | 1195 | 2050        |
| BR-6,3/2000-10                           | 20,00             | 50,80         | 0,276                      | 1420          | 1060 | 6670        |
| BR-10/200-3                              | 6,66              | 17,00         | 4,060                      | 1025          | 790  | 1770        |
| BR-10/400-4                              | 10,00             | 25,40         | 1,880                      | 1140          | 1015 | 1800        |
| BR-10/400-5                              | 8,00              | 20,32         | 0,214                      | 1140          | 1015 | 2000        |
| BR-10/400-6                              | 6,66              | 17,00         | 2,560                      | 1140          | 1285 | 2200        |
| BR-10/400-8                              | 5,00              | 12,70         | 3,180                      | 1420          | 925  | 4000        |
| BR-10/400-10                             | 4,00              | 10,16         | 3,640                      | 1420          | 1015 | 4300        |
| BR-10/600-4                              | 15,00             | 38,00         | 1,495                      | 1140          | 835  | 1900        |
| BR-10/600-8                              | 7,50              | 17,00         | 1,880                      | 1140          | 1195 | 1950        |
| BR-10/1000-4                             | 25,00             | 63,00         | 0,620                      | 1140          | 970  | 1875        |



| 1             | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    |
|---------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| BR-10/1000-6  | 16,60 | 42,16 | 0,720 | 1140 | 1060 | 2000 |
| BR-10/1000-8  | 12,50 | 31,75 | 0,900 | 1420 | 835  | 4000 |
| BR-10/1000-10 | 10,00 | 25,40 | 1,020 | 1420 | 925  | 4100 |
| BR-10,5/600-6 | 15,00 | 38,00 | 1,495 | 1140 | 1015 | 1950 |
| BR-15/300-5   | 6,00  | 15,24 | 4,250 | 1025 | 1010 | 1900 |

Notă. 1. Simbolizare tip: B — bobină; R — de reactanță (în beton).

2. Utilizare: protecția instalațiilor interioare prin limitarea curenților de scurtcircuit sau a căderilor de tensiune provocate de aceștia sau de curenții de pornire ai motoarelor de mare putere. Producție IEP.

### 3.6.2. Descărcătoare

| Tipul | Tensiune amorsare,<br>kV, mediu: |        | Gabaritul<br>mm | Masa<br>kg |
|-------|----------------------------------|--------|-----------------|------------|
|       | uscat                            | ploaie |                 |            |
| 1     | 2                                | 3      | 4               | 5          |

#### Descărcătoare cu fibră

|                 |     |     |           |      |
|-----------------|-----|-----|-----------|------|
| DTF 3/0,2-1,5   | —   | —   | —         | —    |
| DTF 3/1,5-7     | —   | —   | —         | —    |
| DTF 6/0,3-7     | 42  | 39  | 51,5×520  | 2,0  |
| DTF 6/1,5-10    | —   | —   | 51,5×520  | 2,0  |
| DTF 10/0,5-7    | 43  | 80  | 51,5×520  | 2,0  |
| DTF 15/0,4-6    | 60  | 57  | 33,5×585  | 2,0  |
| DTF 20/0,8-6    | —   | —   | 51,5×720  | 4,2  |
| DTF 25/0,4-3    | —   | —   | 28,0×720  | 1,7  |
| DTF 35/0,4-3    | 105 | 83  | 43,5×720  | 1,7  |
| DTF 35/0,8-5    | 105 | 73  | 51,5×840  | 2,5  |
| DTF 35/1,8-10   | 96  | 82  | 68,0×788  | 4,2  |
| DTF 60/0,4-2,2  | —   | —   | 85,0×1100 | 8,5  |
| DTF 60/0,8-5    | —   | —   | 85,0×1100 | 8,0  |
| DTF 60/1,2-7    | —   | —   | 85,0×1100 | 8,0  |
| DTF 110/0,4-2,2 | 213 | 200 | 85,0×310  | 9,0  |
| DTF 110/0,8-5   | 260 | 198 | 85,0×1300 | 9,0  |
| DTF 110/1,2-7   | 214 | 202 | 85,0×1300 | 7,5  |
| DTF 110/2-10    | —   | —   | 85,0×1300 | 10,0 |

#### Descărcătoare cu rezistență variabilă

|        |       |          |      |
|--------|-------|----------|------|
| DRV-6  | 16—18 | ø433×475 | 41,0 |
| DRV-10 | 26—30 | ø433×475 | 46,0 |
| DRV-15 | 38—48 | ø433×755 | 50,0 |

| 1       | 2       | 3                             | 4     | 5 |
|---------|---------|-------------------------------|-------|---|
| DRV-20  | 48-60   | $\varnothing 433 \times 935$  | 55,0  |   |
| DRV-25  | 58-72   | $\varnothing 433 \times 1115$ | 74,0  |   |
| DRV-35  | 76-96   | $\varnothing 433 \times 1395$ | 83,0  |   |
| DRV-60  | 134-168 | $\varnothing 433 \times 2395$ | 130,0 |   |
| DRV-110 | 232-288 | $\varnothing 433 \times 3407$ | 210,0 |   |

Notă. 1. Simbolizare tip: D — descărcător; T — tubular; F — cu fibră; R — cu rezistență; V — variabilă; prima grupă de cifre — tensiunea nominală în kV; a doua grupă de cifre (numai la DTF) — limitele curenților de descărcare în kA<sub>ef</sub>.

2. Utilizare: protecția instalațiilor de medie și înaltă tensiune împotriva supratensiunilor atmosferice.

### 3.7. Aparate de pornire a motoarelor și reglaj al turației

#### 3.7.1. Comutatoare stea-triunghi și de inversarea sensului turației

| Tipul-Codul | $I_n$ , A | $U_n$ , V | $P_{nM}$ , kW | $f_c$ , c/h | Protecția | Gabaritul, mm |
|-------------|-----------|-----------|---------------|-------------|-----------|---------------|
| 1           | 2         | 3         | 4             | 5           | 6         | 7             |

Comutatoare Y- $\Delta$  în ulei manuale — I.M.E.B.

|     |     |     |          |   |      |                 |
|-----|-----|-----|----------|---|------|-----------------|
| CST | 100 | 500 | 37 ÷ 55  | 6 | IP33 | 406 × 266 × 508 |
| CST | 200 | 500 | 75 ÷ 100 | 6 | IP33 | 406 × 266 × 508 |

Comutatoare Y- $\Delta$  în aer manuale — EC — Botoșani

|      |     |     |          |    |      |                 |
|------|-----|-----|----------|----|------|-----------------|
| 1724 | 32  | 500 | 5,5 ÷ 15 | 30 | IP00 | 90 × 90 × 191   |
| 1725 | 23  | 500 | 5,5 ÷ 15 | 30 | IP44 | 116 × 168 × 200 |
| 1734 | 63  | 500 | 15 ÷ 22  | 30 | IP00 | 111 × 111 × 182 |
| 1735 | 63  | 500 | 15 ÷ 22  | 30 | IP44 | 194 × 189 × 212 |
| 1744 | 100 | 500 | 22 ÷ 37  | 30 | IP00 | 111 × 111 × 250 |

Comutatoare Y- $\Delta$  în aer automate — EA — București

|      |     |     |      |    |      |                 |
|------|-----|-----|------|----|------|-----------------|
| 8197 | 25  | 380 | 11   | 12 | IP31 | 327 × 530 × 206 |
| 8198 | 40  | 380 | 18,5 | 12 | IP31 | 327 × 530 × 206 |
| 8199 | 63  | 380 | 30   | 12 | IP31 | 352 × 610 × 237 |
| 8200 | 100 | 380 | 45   | 12 | IP31 | 440 × 680 × 225 |
| 8201 | 160 | 380 | 90   | 12 | IP31 | 590 × 750 × 310 |

| 1                                  | 2   | 3   | 4      | 5  | 6      | 7           |
|------------------------------------|-----|-----|--------|----|--------|-------------|
| Inversoare de sens — EC — Botoșani |     |     |        |    |        |             |
| 1764                               | 32  | 500 | 15/7,5 | 30 | IP00   | 90×70×176   |
| 1763                               | 32  | 500 | 15/7,5 | 30 | IP44-B | 116×158×200 |
| 1766                               | 32  | 500 | 15/7,5 | 30 | IP44-S | 126×172×190 |
| 1774                               | 63  | 500 | 22/15  | 30 | IP00   | 111×111×175 |
| 1773                               | 63  | 500 | 22/15  | 30 | IP44   | 138×194×212 |
| 1784                               | 100 | 500 | 37/22  | 30 | IP00   | 110×90×219  |

Notă. În capul tabelului:  $P_{nM}$  — puterea maximă a motorului la 380 V pentru comutatoare, la 380/220 V pentru inversoare;  $f_c$  — frecvența de conectare.

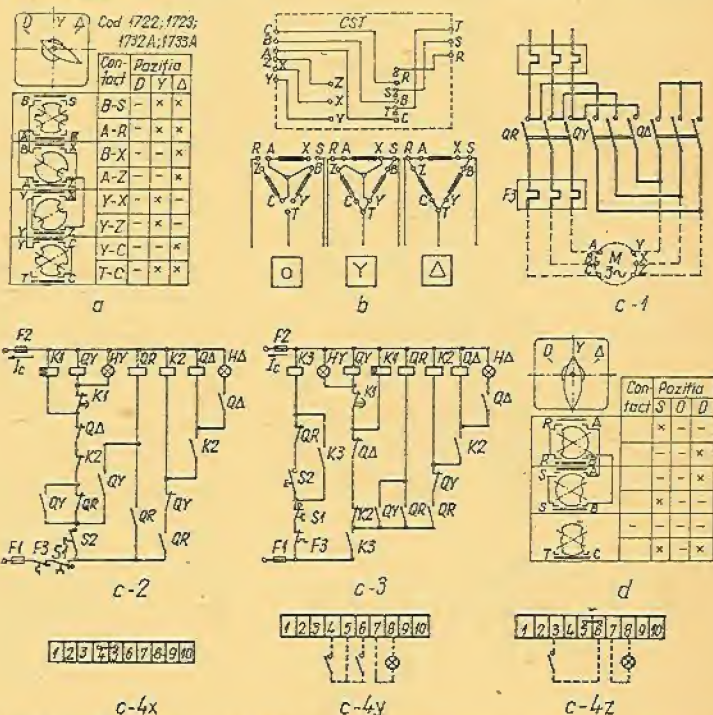


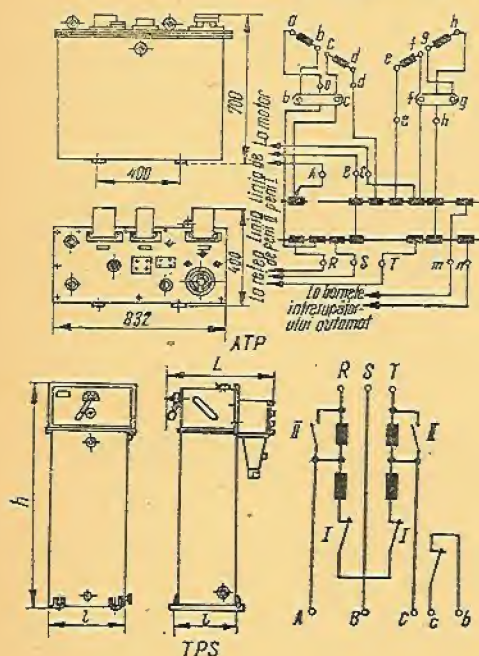
Fig. 3.11. Schemele electrice ale comutatoarelor stea-triunghi și ale inversoarelor de sens:

a — tip EC Botoșani; b — tip IMEB; c — tip EA: 1 — circuite primare (montaj releu termice A — pentru  $t_p \leq 8$  s, B — pentru  $t_p > 8$  s), 2 — circuite secundare varianta  $I_c \leq 6$  A; 3 — idem,  $I_c > 6$  A; 4 — legături clemă pentru comandă; x — de pe aparat, y — de la distanță prin buton dublu de acționare, z — idem, prin întrerupător; d — inversor de sens



### 3.7.2. Autotransformatoare de pornire a motoarelor electrice trifazate de curent alternativ

| Tipul        | $S_{AT}$ ,<br>kVA | $U_n$ ,<br>kV | $L \times l \times h$ ,<br>mm | Masa,<br>kg |
|--------------|-------------------|---------------|-------------------------------|-------------|
| ATP-1.1      | 85                | 500           | $832 \times 468 \times 700$   | 320         |
| ATP-1.2      | 130               | 500           | $832 \times 468 \times 700$   | 335         |
| TPS-320/0,38 | 320               | 380           | $850 \times 530 \times 1177$  | 420         |
| TPS-320/0,5  | 320               | 500           | $850 \times 530 \times 1177$  | 420         |
| TPS-650/0,38 | 650               | 380           | $850 \times 530 \times 1297$  | 540         |
| TPS-650/0,5  | 650               | 500           | $850 \times 530 \times 1297$  | 540         |
| TPS-580/6    | 580               | 6000          | $915 \times 810 \times 1447$  | 822         |
| TPS-1000/6   | 1000              | 6000          | $915 \times 810 \times 1447$  | 822         |
| TPS-1600/6   | 1600              | 6000          | $915 \times 810 \times 1627$  | 933         |
| TPS-2500/6   | 2500              | 6000          | $915 \times 810 \times 1627$  | 1350        |
| TPD-580/6    | 580               | 6000          | $915 \times 700 \times 1550$  | 850         |
| TPD-1000/6   | 1000              | 6000          | $915 \times 700 \times 1550$  | 850         |
| TPD-1600/6   | 1600              | 6000          | $915 \times 700 \times 1550$  | 950         |
| TPD-2500/6   | 2500              | 6000          | $915 \times 700 \times 1730$  | 1050        |



Notă. 1. Simbolizare: ATP, TP—autotransformator de pornire; S—cu siguranță mărită; D—cu comandă la distanță (comutare automată). La ATP: prima cifră — pentru motoare cu  $U_n = 220, 380, 440, 500$  V; a doua cifră — pentru motoare cu 1 —  $P_n = 40 \div 55$  kW, 2 —  $P_n = 75 \div 100$  kW. La TPS, TPD: prima grupă de cifre (numărător) — puterea nominală a transformatorului de pornire (calculată pentru regim de scurtă durată); a doua grupă de cifre (numitor) — tensiunea nominală a motorului acționat.

2. Alegerea transformatorului, v. § 11.1.1.

Fig. 3.12. Autotransformatoare de pornire.

### 3.7.3. Reostate de pornire pentru motoare asincrone cu rotor bobinat

| Tipul                             | $U_n$ , V | $I_M$ , A | $N_{tr}$ | Gabaritul, mm | $M$ , kg | $P_{nM}$ , kW |
|-----------------------------------|-----------|-----------|----------|---------------|----------|---------------|
| <i>Reostate de pornire în aer</i> |           |           |          |               |          |               |
| RA-2.1                            | 500       | 59,6      | —        | 425×410×430   | —        | 40            |
| RA-2.2                            | 500       | 78,5      | —        | 425×410×536   | —        | 50            |
| RA-2.3                            | 500       | 111,0     | —        | 425×410×589   | —        | 55            |

|                                    |      |        |      |               |     |         |
|------------------------------------|------|--------|------|---------------|-----|---------|
| <i>Reostate de pornire în ulei</i> |      |        |      |               |     |         |
| RC-3                               | 450  | 40,0   | 3+9  | 343×343×484   | 30  | 5,5÷22  |
| RA-1.1                             | 500  | 36,0   | 1+7  | 420×264×546   | 23  | 15÷22   |
| RA-1.2                             | 500  | 51,0   | 2+8  | 483×314×640   | 34  | 30÷37   |
| RA-1.3                             | 500  | 82,5   | 2+10 | 483×314×649   | 38  | 45÷55   |
| RA-1.4                             | 500  | 117,0  | 2+12 | 533×366×725   | 57  | 75      |
| RPUM-1÷6/100                       | 1200 | nota 3 | 9    | 1060×716×460  | 260 | =100    |
| RPUM-1÷8/200                       | 1200 | nota 3 | 9    | 1136×748×520  | 430 | 100÷200 |
| RPUM-1÷8/320                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1186×1014×520 | 520 | 200÷320 |
| RPUM-3÷8/500                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1131×1014×520 | 570 | 320÷500 |
| RPUC-1÷8/320                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1180×1014×520 | 520 | 200÷320 |
| RPUC-3÷8/500                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1131×1014×520 | 570 | 320÷500 |
| RPUD-1÷6/100                       | 1200 | nota 3 | 9    | 1145×620×873  | 380 | =100    |
| RPUD-1÷8/200                       | 1200 | nota 3 | 9    | 1145×620×873  | 550 | 100÷200 |
| RPUD-1÷8/320                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1245×850×1105 | 640 | 200÷320 |
| RPUD-3÷8/500                       | 1200 | nota 3 | 11   | 1370×850×1105 | 710 | 320÷500 |

**Notă. 1.** Simbolizare: R — reostat; A — pentru motor asincron; P — pornire; U — răcire în ulei; m — modernizat; C — (după R) de comandă, (după U) cu compensator de fază; D — comandat de la distanță; La RA, *prima cifră* — mediu de răcire (1 — ulei, 2 — aer), *a doua cifră* — varianta de construcție; la RPU, *prima cifră* (1÷8) — gabaritul reostatului (v. nota 3), *ultimele 3 cifre* — puterea nominală maximă a motorului acționat.

2. Se utilizează numai pentru pornire, acționate manual prin controler. Durata maximă a unei porniri — 30 s; se admit 3 porniri succesive și apoi o oră pauză; pentru porniri cu 0,5  $M_n$  puterea motorului acționat se poate dubla. Au contacte auxiliare de blocaj și semnalizare.

3. Tipurile RPU se construiesc în 8 gabarite funcție de valoarea raportului  $k = U_2/I_2$  (unde  $U_2$  și  $I_2$  sînt valorile nominale ale tensiunii și curentului rotorului, în V, respectiv A; codificarea gabaritelor:

|       |                                     |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| $k$   | 0,4—0,6—0,8—1,2—1,6—2,4—3,3—4,7—6,7 |   |   |   |   |   |   |   |
| codul | 1                                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

4. Alegerea reostatelor — v. § 11.1.1.

### 3.7.4. Reostate de pornire și reglaj metalice pentru motoare asincrone cu rotor bobinat

| Tipul   | $U_n, V \times I_n, A$               | $R_f$ , pe trepte                     | $DA, \%$ | Gabaritul, mm    |
|---------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------|------------------|
| 1       | 2                                    | 3                                     | 4        | 5                |
| TR-1.1  | 43,8 × 26,3                          | 1,342 + 0,536 + 0,628 + 0,134         | 40       | 460 × 305 × 415  |
| TR-1.2  | 58,0 × 32,9                          | 1,407 + 0,469 + 0,670 + 0,134         | 40       | 642 × 305 × 415  |
| TR-1.3  | 101 × 29,2                           | 2,546 + 1,206 + 0,670 + 0,134         | 40       | 662 × 305 × 415  |
| TR-1.4  | 127 × 35,0                           | 2,948 + 1,072 + 0,536 + 0,268 + 0,314 | 40       | 1224 × 340 × 446 |
| TR-1.5  | 46,7 × 26,0                          | 1,474 + 0,670 + 0,268 + 0,134         | 40       | 506 × 340 × 446  |
| TR-1.6  | 66,5 × 28,8                          | 2,010 + 0,670 + 0,268 + 0,134         | 40       | 582 × 340 × 446  |
| TR-1.7  | 79,4 × 35,4                          | 2,210 + 0,871 + 0,469 + 0,201 + 0,067 | 40       | 766 × 340 × 420  |
| TR-1.8  | 129 × 32,7                           | 3,417 + 1,139 + 0,469 + 0,201 + 0,067 | 40       | 874 × 340 × 416  |
| TR-1.9  | 169 × 52,3                           | 3,751 + 1,072                         | 15       | 874 × 340 × 416  |
| SR-1.1  | 43,8 × 26,3                          | 2,320 + 1,400                         | 15       | 387 × 228 × 315  |
| SR-1.2  | 58,0 × 32,9                          | 1,800 + 0,650                         | 15       | 387 × 228 × 315  |
| SR-1.3  | 127 × 35,0                           | 4,000 + 1,600                         | 15       | 387 × 432 × 315  |
| SR-1.4  | Pentru motor MS-1 kW, 1000 rot/min   |                                       | 15       | 387 × 358 × 315  |
| SR-1.5  | Pentru motor MS-1,8 kW, 1000 rot/min |                                       | 15       | 387 × 358 × 315  |
| SR-1.6  | 46,7 × 26,0                          | 2,100 + 1,060                         | 15       | 387 × 228 × 315  |
| SR-1.7  | 79,4 × 35,4                          | 3,000 + 1,300                         | 15       | 387 × 432 × 315  |
| SR-1.8  | 129 × 32,7                           | 4,600 + 2,180                         | 15       | 387 × 432 × 315  |
| ZR-7.1c | 178 × 49,5                           | 2,76 + 1,44 + 0,66 + 0,3 + 0,12       | 40       | 1180 × 517 × 562 |
| ZR-7.2c | 176 × 71,0                           | 2,1 + 0,95 + 0,42 + 0,18 + 0,06       | 40       | 1000 × 582 × 577 |
| ZR-7.3c | 250 × 90,0                           | 2,28 + 1,14 + 0,42 + 0,18 + 0,06      | 40       | 1250 × 517 × 562 |
| ZR-7.4  | 197 × 82,0                           | 1,89 + 0,9 + 0,39 + 0,18 + 0,06       | 40       | 1080 × 517 × 562 |
| ZR-7.5  | 176 × 71,0                           | 3,000 + 1,680                         | 15       | 1250 × 517 × 562 |
| ZR-7.6  | 197 × 82,0                           | 2,700 + 1,509                         | 15       | 1180 × 517 × 562 |
| ZR-7.7  | 186 × 120                            | 3,360 + 1,680                         | 15       | 1350 × 517 × 562 |
| ZR-7.8  | 169 × 52,3                           | 2,7 + 1,02 + 0,42 + 0,18 + 0,06       | 40       | 1180 × 517 × 562 |
| ZR-7.9  | 166 × 72,0                           | 2,04 + 0,9 + 0,42 + 0,18 + 0,06       | 40       | 1080 × 517 × 562 |



## 3.7.4. (continuare)

| 1       | 2         | 3                             | 4  | 5            |
|---------|-----------|-------------------------------|----|--------------|
| ZR-7.10 | 185×90,6  | 1,65+0,81+0,45+0,21+0,09+0,03 | 40 | 1000×517×562 |
| ZR-7.11 | 186×120   | 1,1+0,54+0,24+0,1+0,04        | 40 | 1250×517×562 |
| ZR-7.12 | 166×72,0  | 3,000+1,080                   | 15 | 1250×517×562 |
| ZR-7.13 | 185×90,6  | 2,460+1,080                   | 15 | 1080×517×562 |
| ZR-5.5  | 179×48,1  | 4,400+2,580                   | 15 | 780×410×592  |
| ZR602bA | 43,8×26,3 | 3×1,800                       | 40 | 385×670×427  |
| ZR602bB | 28,1×105  | 3×1,380                       | 40 | 385×500×572  |
| ZR602bC | 34,2×131  | 3×1,530                       | 40 | 385×760×414  |
| ZR602bD | 31,2×131  | 3×1,300                       | 40 | 385×760×427  |
| ZR602bE | 41,0×150  | 3×1,470                       | 40 | 385×620×427  |
| ZR 604  | 28,1×10,5 | 3×8,250                       | 40 | 880×400×1017 |

Notă. 1. Simbolizare: TR — rezistențe de pornire și reglaj pentru regim intermitent, din tablă; SR — idem, din sîrmă; ZR — idem, din fontă; cifre — varianta.

2. Producție I.M.E.B. Se utilizează pentru motoarele de macara cu excepțiile menționate în tabel. În cadrul produsului  $U_n \times I_n$ , tensiunea și curentul pot varia fără a se depăși pentru  $U_n = 500$  V.

3. Introducerea și scoaterea din circuit a reostatelor de pornire și reglaj se face cu ajutorul controlerelor de comandă menționate în § 3.7.7.

### 3.7.5. Reostate de pornire și reglaj cu lichid pentru motoare asincrone cu rotorul bobinat

| Nr. crt. | Tipul         | $I_n$ , A | $U_n$ , V | $P_{nM}$ , kW | $t_p$ , s | $c_E$ , mm | $V_E$ , l;<br>$Q_E$ , m <sup>3</sup> /h* |
|----------|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|------------|--|
| 1        | RL-1          | 630       | 3000      | 1250          | 60        | 400        | 850                                      |
| 2        | RL-2          | 1000      | 3000      | 2500          | 120       | 550        | 2150                                     |
| 3        | RL-3          | 1250      | 3000      | 5000          | 120       | 750        | 4600                                     |
| 4        | RLD-1         | 630       | 3000      | 2 × 1250      | 60        | 400        | 2 × 850                                  |
| 5        | RLD-2         | 1000      | 3000      | 2 × 2500      | 120       | 500        | 2 × 2150                                 |
| 6        | RPLD-1000     | 630       | 1600      | nota 2        | —         | 400        | 15*                                      |
| 7        | RRLD-500      | 630       | 1600      | nota 2        | —         | 400        | 18*                                      |
| 8        | 2 × RPLD-1000 | 630       | 1600      | nota 2        | —         | 400        | 2 × 15*                                  |
| 9        | 2 × RRLD-500  | 630       | 1600      | nota 2        | —         | 400        | 2 × 18*                                  |

| Nr. crt. | Dispozitiv de răcire | Grup răcire<br>Tip — 10 <sup>3</sup> kcal | Cote amplasare<br>ansamblu, mm | Masa,<br>kg |
|----------|----------------------|---|--------------------------------|-------------|
| 1        | DI-1 × 57            | GRL-50; 100                               | 2600 × 1330 × 3000             | 1390        |
| 2        | DI-2 × 57            | GRL-50 ÷ 2 × 100                          | 3500 × 1530 × 3500             | 2270        |
| 3        | DI-3 × 57            | GRL-2 × 100                               | 4000 × 1780 × 4000             | 3170        |
| 4        | DI-2 × 57            | GRL-100                                   | 2650 × 1810 × 3150             | 1800        |
| 5        | DI-3 × 57            | GRL-2 × 100                               | 3460 × 2210 × 3650             | 3000        |
| 6        | —                    | —   | 1540 × 1808 × 2365             | 1250        |
| 7        | —                    | —   | 1730 × 1880 × 2365             | 1250        |
| 8        | —                    | —   | 2027 × 3702 × 2365             | 2500        |
| 9        | —                    | —   | 2422 × 3700 × 2365             | 2500        |

Notă. 1. Reostatele tip RL, RLD se compun din module: reostat propriu-zis cu tabloul electric și roata pentru determinarea timpului de pornire, DI — dispozitiv de încălzire (dacă este necesar), GLR — grup de răcire. Electrolitul din reostat: soluție din carbonat de sodiu și apă distilată sau demineralizată; temperatura maximă admisă +75°C. Lichidul de răcire din GRL: apă industrială. Grad protecție IP54.

Codificarea reostatului (cerută de furnizor): RL sau RLD + cod:

- prima cifră, cod  $I_n$ : 1 — 630; 2 — 1000; 3 — 1250;
- a doua cifră, cod protecție climatică: 1 — N; 2 — T2; 3 — T3;
- a treia cifră, cod  $U_n$  — f — eventual T3: 1 — 380-50; 2 — 380-50-T3; 3 — 500-50; 4 — 500-50-T3; 5 — 380-60; 6 — 380-60-T3;
- a patra cifră, cod  $t_p$ : 1 — 20; 2 — 30; 3 — 45; 4 — 60; 5 — 75; 6 — 90; 7 — 120; 8 — 140;
- a cincea cifră, cod tip DI — eventual T3: 1 — 1 × 57; 2 — 2 × 57; 3 — 3 × 57; 4 — 1 × 57-T3; 5 — 2 × 57-T3; 6 — 3 × 57-T3;
- treapta 6, cod GRL — eventual T2, T3: A — 50; B — 50-T2; C — 50-T3; D — 100; E — 100-T2; F — 100-T3; G — 2 × 100; H — 2 × 100-T2; K — 2 × 100-T3;

— *ultimul număr* : frecvența pornirilor reostatului stabilită la alegerea tipului de reostat și a grupului de răcire (v. § 11.1.1).

2. Reostatele tip RPLD, RRLD sînt compuse dintr-un singur ansamblu care cuprinde reostatul propriu-zis și mecanismul de comandă acționat de un servomotor. Electrolitul și lichidul de răcire, v. nota 1. Puterile motoarelor acționate:

| Acționare      |      | Pornire    | Reglaj<br>$M_r = \text{const.}$ | Reglaj<br>$M_r = kn^2$ |
|----------------|------|------------|---------------------------------|------------------------|
| $P_{nM}$ , kW: | RPLD | 100 ÷ 1000 | maximum 132                     | maximum 320            |
|                | RRLD | 100 ÷ 1000 | maximum 250                     | maximum 500            |

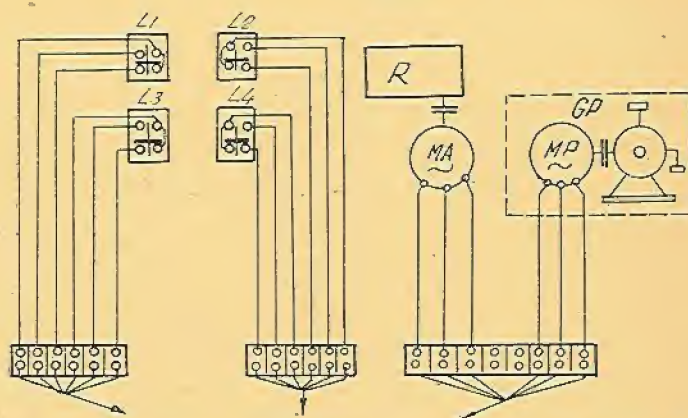


Fig. 3.13. Schema electrică a reostatelor de pornire și reglaj cu lichid tip RRLCD.

### 3.7.6. Reostate pentru mașini de curent continuu

| Tipul | $U_n$ , V | $I_n$ , A | $R$ , $\Omega$ | $n_p$ | $L \times l \times h$ , mm |
|-------|-----------|-----------|----------------|-------|----------------------------|
| 1     | 2         | 3         | 4              | 5     | 6                          |

#### Reostate de excitație

|             |           |       |         |    |                 |
|-------------|-----------|-------|---------|----|-----------------|
| Re 580/13,5 | 230       | 0,840 | 164,000 | 33 | 202 × 245 × 275 |
| Re 580/3,1  | 220       | 0,228 | 702,000 | 33 | 202 × 245 × 275 |
| Re 581      | 220       | 0,240 | 834,000 | 33 | 202 × 245 × 275 |
| Re 582 W12  | 160 ÷ 200 | 0,660 | 207,700 | 48 | 320 × 255 × 285 |
| Re 582 WL2b | 160       | 0,766 | 350,000 | 47 | 320 × 255 × 285 |



| 1                                    | 2   | 3      | 4      | 5 | 6                           |
|--------------------------------------|-----|--------|--------|---|-----------------------------|
| <i>Reostate de pornire</i>           |     |        |        |   |                             |
| RP 542                               | 110 | 20,00  | 2,66   | 4 | $216 \times 267 \times 276$ |
| RP 544                               | 110 | 12,00  | 5,14   | 4 | $216 \times 267 \times 276$ |
| RP 548                               | 110 | 39,25  | 4,36   | 4 | $260 \times 440 \times 310$ |
| RP 551                               | 220 | 15,00  | 8,442  | — | $260 \times 440 \times 310$ |
| RP 552                               | 220 | 6,05   | 18,725 | — | $216 \times 267 \times 276$ |
| RP 553                               | 220 | 19,75  | 3,404  | — | $260 \times 440 \times 310$ |
| <i>Reostate de pornire și reglaj</i> |     |        |        |   |                             |
| RPZ 547:                             | 110 | —      | —      | — | $260 \times 440 \times 310$ |
| — pornire                            | —   | 41,00  | 2,25   | — | —                           |
| — reglaj                             | —   | 148,40 | 1,06   | — | —                           |

Notă. Producție I.M.E.B. Grad protecție: Re — IP00; rest — IP12.

### 3.7.7. Rezistențe pentru acționări diverse

| Tipul      | $\frac{U_n}{V \times I_n}, A$ | $R_{ftr}, \Omega$ | Tipul      | $\frac{U_n}{V \times I_n}, A$ | $R_{ftr}, \Omega$ |
|------------|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------|-------------------|
| RM 111÷114 | $1500 \times 63$              | $3 \times 0,72$   | RM 211÷214 | $1500 \times 63$              | $3 \times 1,08$   |
| RM 121÷114 | $1500 \times 80$              | $3 \times 0,48$   | RM 221÷224 | $1500 \times 80$              | $3 \times 0,72$   |
| RM 131÷134 | $1500 \times 95$              | $3 \times 0,36$   | RM 231÷234 | $1500 \times 95$              | $3 \times 0,54$   |
| RM 141÷144 | $1500 \times 110$             | $3 \times 0,27$   | RM 241÷244 | $1500 \times 110$             | $3 \times 0,41$   |
| RM 151÷154 | $1500 \times 125$             | $3 \times 0,19$   | RM 251÷254 | $1500 \times 125$             | $3 \times 0,29$   |
| RM 161÷164 | $1500 \times 165$             | $3 \times 0,11$   | RM 261÷264 | $1500 \times 165$             | $3 \times 0,15$   |
| RD-10      | —                             | 1,0               | RD-1,5     | —                             | 1,5               |
| RD-20      | —                             | 2,0               | RD-2,5     | —                             | 2,5               |
| RD-4       | —                             | $1,5 + 2,5$       |            |                               |                   |

Notă. 1. RM se pot utiliza la pornirea și frinarea motoarelor de c.c. și c.a. pentru macarale, tracțiune, laminare sau la reglarea vitezei motoarelor de c.c. ca rezistențe de protecție și economizare. Masa: RM 111÷164—55 kg; RM 211÷264—70 kg.

2. RD se montează în circuitul rotoric al motoarelor sincrone pentru limitarea tensiunii rotorice la pornire, stingerea accelerației cimpului rotoric la conectare și micșorarea cuplului monoaxial la mers în asincron. Valoarea ei se alege cu relația:

$$R_d = 8 \dots 12 R_2,$$

unde  $R_2$  este rezistența pe fază a circuitului rotoric, în  $\Omega$ .

### 3.7.8. Controlere

| Tipul-codul | $U_n$ , V | $I_n$ , A | $N_p$ | con/h | $L \times l \times h$ , mm | $M$ , kg |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------------|----------|
|-------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------------|----------|

#### Controlere pentru circuite auxiliare

|           |      |     |     |      |             |      |
|-----------|------|-----|-----|------|-------------|------|
| CM3-6000  | 500  | 10  | 3+3 | 600  | 230×318×320 | 21,0 |
|           | 110* | 2,5 |     |      |             |      |
| CM6-6010  | 220* | 2,0 | 7+7 | 120  | 390×384×345 | 26,0 |
| CA6-6020  | 440* | 0,5 | —   | 1200 | 471×273×270 | 22,0 |
| CS10-6069 | 500  | 10  | 6+6 | 600  | 180×110÷200 |      |
|           | 220* | 1,5 |     |      | × 115       |      |
| CC-456M   | 500  | 10  | 6+6 | —    | 362×284×402 | 17,5 |

#### Controlere pentru circuite principale

|       |     |     |     |     |             |      |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------------|------|
| CMA 1 | 500 | 63  | 5+5 | 120 | 360×346×372 | 19,0 |
| CMA 2 | 500 | 63  | 6+6 | 120 | 336×346×372 | 21,0 |
| CMA 3 | 500 | 80  | 6+6 | 120 | 336×346×372 | 22,0 |
| CMA 4 | 500 | 100 | 6+6 | 120 | 336×446×372 | 22,0 |

Notă. Se utilizează la comutarea circuitelor de comandă, respectiv principale cu trepte de rezistență exterioare ale motoarelor electrice. Tipurile de rezistențe și puterile motoarelor acționate:

| Tip controler   | CMA 1  | CMA 2  | CMA 3  | CMA 4 |
|-----------------|--------|--------|--------|-------|
| Tip rezistență  | TR, SR | TR, SR | TR, ZR | ZR    |
| $P_n$ motor, kW | 3÷16   | 3÷16   | 23÷32  | 45÷60 |

### 3.7.9. Convertizoare miniatură pentru acționarea reglabilă a motoarelor de curent continuu

| Felul acționării și simbolul convertizorului | Nr. crt. al motorului acționat din § 7.4.3 |
|--|--|
| 1  | 2  |
| <i>Acționare nereversibilă</i>               |  |
| ACMM 50.220.2/20-U(T)-B(C,D) ...             | 1; 3                                       |
| ACMM 50.220.2/50-U(T)-B(C,D) ...             | 5  |
| ACMM 50.380.2/20-U(T)-B(C,D) ...             | 2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50     |
| ACMM 50.380.2/50-U(T)-B(C,D) ...             | 8; 12; 46; 48; 49; 50; 51                  |
| ACMT 50.380.6/70-U(T)-B(C,D) ...             | 28; 52; 53; 54; 55                         |

| 1  | 2                                      |
|--|--|
| <i>Acționări în 2 sensuri de rotație prin reversarea curentului de excitație</i> |  |
| ACMMS 50.220.4/20-U-B(C, D) ...  | 1; 3                                   |
| ACMMS 50.220.4/50-U-B(C, D) ...  | 5                                      |
| ACMMS 50.380.4/20-U-B(C, D) ...  | 2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50 |
| ACMMS 50.380.4/50-U-B(C, D) ...  | 8; 49; 46; 48; 50; 51                  |
| ACMTS 50.380.4/40-U-B(C, D) ...  | 52; 53; 54; 55                         |
| <i>Acționări reversibile cu contactoare în circuitul indusului</i>               |  |
| ACMMC 50.220.4/20-U(T)-B(C, D) ...   | 1; 3                                   |
| ACMMC 50.220.4/50-U(T)-B(C, D) ...   | 5                                      |
| ACMMC 50.380.4/20-U(T)-B(C, D) ...   | 2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50 |
| ACMMC 50.380.4/50-U(T)-B(C, D) ...   | 8; 46; 48; 49; 50; 51                  |
| <i>Acționare reversibilă cu 2 punți anti-paralel și comutație de impulsuri</i>   |  |
| ACMMI 50.220.8/20-U(T)-B(C, D) ...   | 1; 3                                   |
| ACMMI 50.220.8/50-U(T)-B(C, D) ...   | 5                                      |
| ACMMI 50.380.8/20-U(T)-B(C, D) ...   | 2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50 |
| ACMMI 50.380.8/50-U(T)-B(C, D) ...   | 8; 46; 48; 49; 50; 51                  |

Notă. 1. Simbolizare: ACM — M sau I — lipsă, I, C sau S — 50 sau 60 — 220 sau 380 — 2, 4, 6 sau 8 — 20; 50 sau 70 — T sau Ū — B, C, D sau X — N, A, T sau Z — tip, caracteristici motor. Semnificația: ACM — acționare prin convertizor miniatură; M — monofazat, T — trifazat; felul acționării: neindicat prin literă — nereversibilă (acționare într-un singur cadran din planul cuplu-turație), I — reversibilă cu comutație de impulsuri (acționare în 4 cadrane), C — reversibilă cu contactoare de sens pe indusul motorului (acționare în 4 cadrane), S — reversibilă din stare de repaos cu contactoare pe excitație (acționare în 2 cadrane); 50 sau 60 — frecvența rețelei, în Hz; 220 sau 380 — tensiunea de alimentare, în V; nr. de tiristoare: 2 — punte monofazată semicomandată, 4 — punte monofazată complet comandată, 6 — punte trifazată complet comandată, 8 — punte monofazată în montaj antiparalel cu comutație de impulsuri; curent de ieșire în A c.c.: 20 sau 50 — numai pentru acționări monofazate, 70 — nu



mai pentru acționări trifazate; modul de obținere a reacției de turație: T — prin tahogenerator, U — prin traductor de tensiune de la bornele indusului cu compensarea în convertizor a căderii de tensiune pe rezistența circuitului rotoric; mod de livrare: B — în componente independente (fără conexiuni între ele), C — montaj pe contrapanou, D — montaj în dulap, X — când se solicită pe lângă echipamentul standard și alte circuite sau altă variantă de construcție și echipare (de exemplu, mai multe acționări în același dulap); condiții de mediu, (temperatură, umiditate rela-

|                     | Poziția de acționare |   |   |   |   |   |   |   |         |   |   |   |   |   |
|---------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|
|                     | Stînga               |   |   |   |   |   |   | 0 | Dreapta |   |   |   |   |   |
|                     | 7                    | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Poziția contactelor |                      |   |   |   |   |   |   |   |         |   |   |   |   |   |
| CD <sub>1</sub>     |                      |   |   |   |   |   |   | X |         |   |   |   |   |   |
| CS <sub>1</sub>     |                      |   |   |   |   |   |   | X |         |   |   |   |   |   |
| CD <sub>2</sub>     |                      |   |   |   |   |   |   |   | X       | X | X | X | X | X |
| CS <sub>2</sub>     | X                    | X | X | X | X | X | X |   |         |   |   |   |   |   |
| CD <sub>3</sub>     | X                    | X | X | X | X |   |   |   | X       | X | X | X | X |   |
| CS <sub>3</sub>     | X                    | X | X | X |   |   |   |   | X       | X | X | X |   |   |
| CD <sub>4</sub>     | X                    | X | X |   |   |   |   |   |         | X | X | X |   |   |
| CS <sub>4</sub>     | X                    | X | X | X | X | X | X |   | X       | X | X | X | X | X |
| CD <sub>5</sub>     | X                    | X |   |   |   |   |   |   |         |   |   |   | X | X |
| CS <sub>5</sub>     | X                    |   |   |   |   |   |   |   |         |   |   |   |   | X |

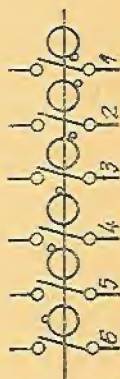
CM6 - cod 6010

|                     | Poziția de acționare |   |   |   |         |   |   |
|---------------------|----------------------|---|---|---|---------|---|---|
|                     | Stînga               |   |   | 0 | Dreapta |   |   |
|                     | 3                    | 2 | 1 |   | 1       | 2 | 3 |
| Poziția contactelor |                      |   |   |   |         |   |   |
| CD <sub>1</sub>     |                      |   |   | X |         |   |   |
| CS <sub>1</sub>     | X                    | X | X |   | X       | X | X |
| CD <sub>2</sub>     |                      |   |   |   | X       | X | X |
| CS <sub>2</sub>     | X                    | X | X |   |         |   |   |
| CD <sub>3</sub>     | X                    | X |   |   |         | X | X |
| CS <sub>3</sub>     | X                    |   |   |   |         |   | X |

CM3 - cod 6000

|      | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6666 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6660 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1122 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3344 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5566 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6663 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6006 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6116 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6226 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6336 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6446 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6556 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6606 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6601 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1123 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2234 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4456 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5511 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6005 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6303 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6036 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

CS10 - cod 6060



CA6-6020

Fig. 3.14. Scheme și diagrame de controlere.

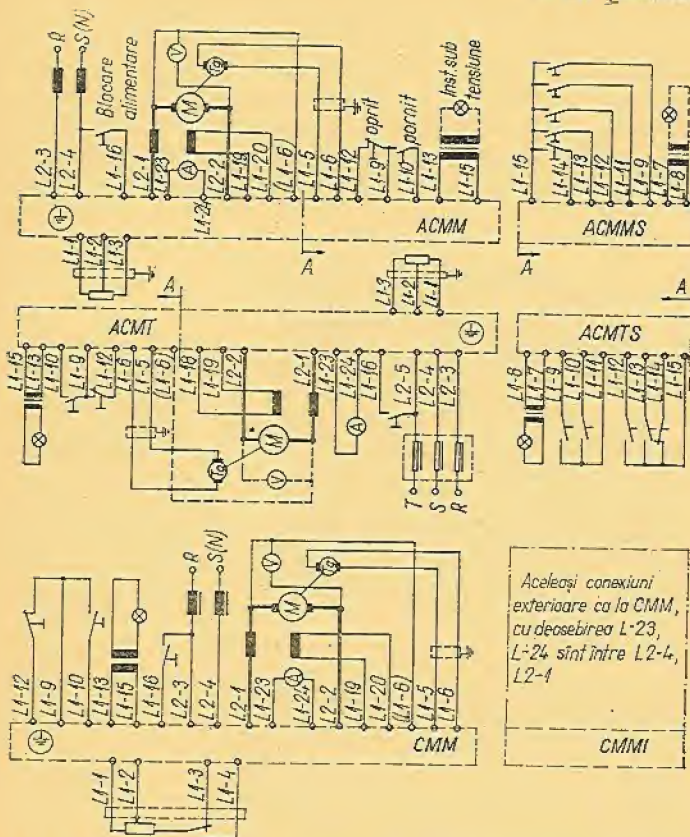


Fig. 3.15. Schemele conexiunilor exterioare ale convertizoarelor miniatură

tivă): N – (+5 ... +45)°C, 80%; A – (–10 ... +55)°C, 80% T – (–10 ... +55)°C, 90%; tip și caracteristici motor: cod, putere, tensiune pe indus, turație maximă.

2. Pentru acționările principale ale mașinilor-unelte cu comandă numerică, alimentarea, pornirea și reglajul turației motoarelor de c.c. MCU (§7.4.4) se fac prin convertizoare VARET (fig. 3.21) asociate cu bobine de rețea (BRT+BR+BF) și, la cerere, cu accesorii pentru cuplare

a utilaj și întreținere a acționării. Completele AP — standard livrate de ELECTROTEHNICA în acest scop (pentru utilare, numărul lor curent este menționat corespunzător pentru fiecare motor MCU în § 7.4.4):

| Nr. crt. | Cod — AP50 —       | $U_n, V$ | $I_{eM}, A$ | VARET   | BRT-     | BR-    |
|----------|--------------------|----------|-------------|---------|----------|--------|
| 1        | 2                  | 3        | 4           | 5       | 6        | 7      |
| 1(1)     | 35+10-A(B) .../1   | 380      | 25          | IE+N+A  | 1/30     | 3,5/10 |
| 2(2)     | 35+10-A(B) .../1   | 380      | 35          | IE+N+A  | 1/30     | 3,5/10 |
| 3(3)     | 135X+10-A(B) .../1 | 380      | 80          | IE+N+A  | 0,5/60   | 3,5/10 |
| 4(4)     | 135Y+10-A(B) .../1 | 380      | 135         | IE+N+A  | 0,27/105 | 3,5/10 |
| 5(5)     | 135W+10-A(B) .../1 | 380      | 135         | IE+F+B  | 0,2/170  | 3,5/10 |
| 6(6)     | 135Z+10-A(B) .../1 | 380      | 150         | IE+F+B  | 0,2/170  | 3,5/10 |
| 7(7)     | 250+10-A(B) .../1  | 380      | 250         | IE+F+B  | 0,2/170  | 3,5/10 |
| 8(8)     | 250+20-A(B) .../1  | 380      | 250         | I+E+F+C | 0,1/350  | 1,2/20 |
| 9(9)     | 340+20-A(B) .../1  | 380      | 340         | I+E+F+C | 0,1/350  | 1,2/20 |
| 10(10)   | 430+20-A(B) .../1  | 380      | 430         | I+E+F+C | 0,1/350  | 1,2/20 |
| 11(11)   | 575+20-A(B) .../1  | 380      | 575         | I+E+F+C | 0,1/350  | 1,2/20 |

În tabel: A(B) — caracteristica de turație  $P = f(n)$  — fig. 3.16; IE — indus-excitație; I — indus; N, F — răcire naturală, forțată; A, B, C — forma constructivă;  $U_n$  — tensiunea de alimentare;  $I_{eM}$  — curent maxim de ieșire. Bobinele de filtraj BF-16/30; 5/63 se aleg funcție de motorul utilizat.

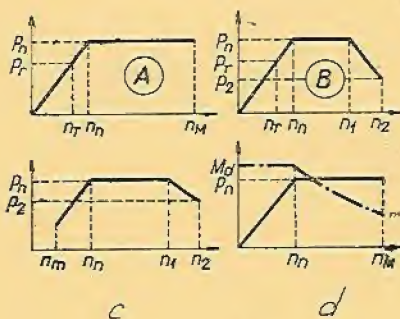


Fig. 3.16. Caracteristicile de reglarea turației motoarelor MCU cu echipamente AP.

Ⓐ Ⓑ — domeniu de reglaj a turației la motoarele MCU; c — dependența putere-turație la motoarele MCU; d — dependența putere-turație cerută de mașinile-unelte moderne.



### 3.7.10. Convertizoare statice de frecvență pentru comanda motoarelor de curent alternativ

| Tipul    | $S_n - S_s$ ,<br>kVA | $I_n - I_s$ ,<br>A | M,<br>kg | Gabaritul,<br>mm | Ventilația  |
|----------|----------------------|--------------------|----------|------------------|-------------|
| CSFV 025 | 25-37,5              | 40-60              | 450      | 850×750×2100     | Naturală    |
| CSFV 050 | 50-75,5              | 80-120             | 500      | 850×750×2100     | Naturală    |
| CSFV 100 | 100-130              | 160-210            | 750      | 1550×750×2100    | N + forțată |
| CSFV 160 | 160-210              | 256-340            | 800      | 1550×750×2100    | N + forțată |
| CSFV 200 | 200-260              | 320-420            | 950      | 1540×750×2100    | N + forțată |
| CSFV 270 | 270-350              | 432-570            | 1000     | 1550×750×2100    | N + forțată |

Notă. 1. Caracteristici tehnice generale:  $U_a = 3 \times 380$  V, 50 Hz;  $U_e = 3 \times (35 \div 360)$  V<sub>cf</sub>, 5 ÷ 200 Hz;  $\eta \geq 0,95$  la  $P_n$ , 50 Hz și  $\cos \varphi = 1$ ;  $\cos \varphi$  inductiv - 0 ÷ 1; utilizare - v. § 11.2.1.

2. În fig. 3.22: SA - sursă auxiliară; SA - sursă alimentară; CCTF - redresor comandat; FI - filtru intermediar; IT - inverter trifazat; SCCFF - sertar comandă (U - canal reglare tensiune, f - canal reglare frecvență, C - circuite comune).

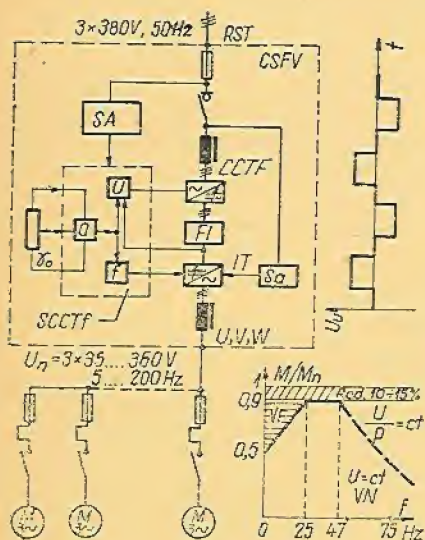


Fig. 3.17 Schema bloc a CSFV și caracteristici de utilizare a convertizoarelor (v. § 3.7.10 - nota 2).

### 8.8. Aparate de comutație și protecție în construcție antiexplozivă

| Codul                                     | $U_n, V$<br>c.a./c.a.* | $I_n, A$<br>c.a./c.c.* | $f_c/R_{sc}$<br>c/h/c | DA, % | Echipare<br>(nota 2) | Protecția      |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------|-------|----------------------|----------------|
| 1   | 2                      | 3                      | 4                     | 5     | 6                    | 7              |
| <i>Cutie cu comutatoare și controlere</i> |                        |                        |                       |       |                      |                |
| 7025                                      | 36/36*                 | 10/10*                 | 30/10 <sup>5</sup>    | 100   | 1+5                  | IPW54+         |
| 7030                                      | 380/36*                | 16/10*                 | 30/10 <sup>5</sup>    | 100   | 1+6                  | Ex.d.II.T5     |
| 7030A                                     | 380/36*                | 16/10*                 | 30/10 <sup>5</sup>    | 100   | 2+6                  | Ex.e.II.T5     |
| 2293                                      | 42/48*                 | 6/6*                   | 600/10 <sup>6</sup>   | 40    | 3+4                  | Ex.d.III.C.T5  |
| <i>Prize, fișe și cuple</i>               |                        |                        |                       |       |                      |                |
| 7060A                                     | 250                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+4+5+8              | Ex.d.III.C.T5+ |
| 7075A                                     | 380                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+4+5+9              | IP31           |
| 7050A                                     | 250                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+3+6                | IP31           |
| 7065A                                     | 380                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+3+5+11             | IP31           |
| 7055A                                     | 250                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+4+5+7              | IP31           |
| 7070A                                     | 380                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+4+5+10             | IP31           |
| 7066                                      | 380                    | 63                     | 15/2000               | 100   | 2+3+4+13             | IP44           |
| 7071                                      | 380                    | 63                     | 15/2000               | 100   | 2+3+4+12             | IP44           |
| Ex101                                     | 250                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+2+7+14             | IP33           |
| Ex102                                     | 380                    | 16                     | 30/5000               | 100   | 1+4+5+10+11+14       | IP33           |
| 1661                                      | 380                    | 25                     | 30/1000               | 100   | 14+18                | Ex.d.I+IP32    |
| 1670                                      | 380                    | 25                     | 30/5000               | 100   | 14+19+20             | Ex.d.I+IP54    |
| 1671                                      | 380                    | 25                     | 30/5000               | 100   | 14+19+20             | Ex.d.I+IP54    |

| 1  | 2   | 3    | 4                        | 5   | 6     | 7            |
|--|-----|------|--------------------------|-----|-------|--------------|
| <i>Cutii cu contactoare de putere și relee sau cu întrerup-<br/>toare automate</i> |     |      |                          |     |       |              |
| 7045   | 380 | 16   | 30/12 · 10 <sup>4</sup>  | 100 | 1+3+4 | IP54+        |
| 2190   | 380 | 63   | 30/12 · 10 <sup>4</sup>  | 100 | 1+2   | Ex.d.IIB,T5  |
| 3805   | 500 | 25   | 120/25 · 10 <sup>4</sup> | 100 | 1÷8   | Ex.d.IIB,T5  |
| 3812   | 500 | 63   | 120/25 · 10 <sup>4</sup> | 100 | 1÷8   | Ex.d.I+IP43  |
| 3832   | 500 | 2×63 | 120/25 · 10 <sup>4</sup> | 100 | 1÷8   | Ex.d.I+IP43  |
| 3835   | 500 | 125  | 120/25 · 10              | 100 | 1÷8   | Ex.d.I+IP43  |
| 3850   | 500 | 400  | 120/10 <sup>5</sup>      | 100 | 1÷8   | Ex.d.I+IP43* |
| 3851   | 500 | 400  | 120/10 <sup>5</sup>      | 100 | 1÷8   | Ex.d.I+IP43  |

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabloului:  $f_c/R_{se}$  — frecvența de conectare, c/h/rezistența la uzură electrică, c.  
 2. Echiparea cutiilor. Cutilor cu comutatoare și controlere: 1 — carcasă din siluminu; 2 — idem, masă plas-  
 tică; 3 — idem, din tablă sudată; 4 — controler de comandă cu 3 poziții; 5 — comutator pachet tripolar;  
 6 — întreruptor pachet tripolar. Prize, fișe și cuple: 1 — carcasă de protecție; 2 — carcasă de alamă turnată;  
 3 — cutie de conexiuni; 4 — bloc-contacte cu întreruptor; 5 — idem, cu borne de legături; 6 — priză bipolară;  
 7 — fișă bipolară; 8 — cuplă bipolară; 9 — cuplă tripolară; 10 — fișă tripolară 16 A; 11 — priză tripolară 16 A;  
 12 — fișă tripolară 63 A; 13 — priză tripolară 63 A; 14 — introducătoare de cabluri; 15 — carcasă din tablă de oțel  
 sudată; 16 — capac din siluminu; 17 — fișă și priză tripolară cu contact de punere la pământ; 18 — inversor tri-  
 polar; 19 — carcasă din bronz turnată; 20 — ca 17 plus 2 contacte auxiliare pentru circuite de comandă. Cutilor cu  
 contactoare de putere și relee sau cu întreruptoare automate: 1 — carcasă; 2 — casă de borne cu introducătoare  
 de cablu; 3 — separator; 4 — contactor 25÷125 A sau întreruptor automat 400 A (cod 3850 — pentru motoare,  
 cod 3851 — pentru linii); 5 — casetă de comandă; 6 — bloc de relee termice ( $I_T$  — v. § 3.4.3); 7 — bloc de  
 relee electromagnetice; 8 — transformator pentru alimentarea circuitelor de comandă.



## 4. APARATE ELECTRICE DE ACȚIONARE, AUTOMATIZARE, MĂSURĂTORI ȘI CONTROL

### 4.1. Aparate pentru acționări și automatizări electrice

#### 4.1.1. *Aparate de comandă manuală*

| Denumirea aparatului | Codul | CA<br>ni+nd | Gabaritul, mm |
|----------------------|-------|-------------|---------------|
| 1                    | 2     | 3           | 4             |

#### *Butoane, selectoare și manipuloare — I.A.E.I. Titu*

|  |      |     |             |
|--|------|-----|-------------|
| Buton comandă simplu                     | 650  | 2+2 | 46×41×79    |
| Buton comandă simplu                     | 650A | 4+4 | 46×55,5×115 |
| Buton ciupercă                           | 651  | 2+2 | 46×41×92    |
| Buton ciupercă                           | 651A | 4+4 | 46×55,5×128 |
| Buton ciupercă cu reținere               | 652  | 2+2 | 46×41×92    |
|  | 652A | 4+4 | 46×55,5×128 |
| Buton cu lampă                           | 653  | 2+2 | 46×41×89    |
| Buton cu lampă                           | 653A | 4+4 | 46×55,5×184 |
| Buton ciupercă cu lampă                  | 665  | 2+2 | 46×41×92    |
|  | 665A | 4+4 | 46×55,5×128 |
| Buton cu lampă și transformator          | 669  | 2+2 | 52×51×145   |
|  | 669A | 4+4 | 52×51×180   |
| Buton ciupercă cu lampă și transformator | 670  | 2+2 | 52×51×156   |
|  | 670A | 4+4 | 52×51×191   |

| 1                              | 2          | 3   | 4           |
|--------------------------------|------------|-----|-------------|
| Buton comandă BF 6             | 587        | 1+1 | 48×48×69    |
| Buton de comandă BDAD          | 586        | 1+1 | 65×51×38    |
| Selector cu 2;3 poziții        | 645        | 2+2 | 46×41×100   |
| (6 variante 0÷5)               | 654A       | 4+4 | 46×55,5×135 |
| Selector cu cheie cu           | 663        | 2+2 | 46×41×109   |
| 2; 3 poziții (idem)            | 663A       | 4+4 | 46×55,5×145 |
| Selector cu buton cu 2 poziții | 660        | 2+2 | 46×41×100   |
| (4 var. 1÷4)                   | 660A       | 4+4 | 46×55,5×135 |
| Selector cu buton cu 3 poziții | 661        | 2+2 | 46×41×100   |
|                                | 661A       | 4+4 | 46×55,5×135 |
| Manipulator                    | reținute   | 613 | — octogon;  |
| cu 4 dir.                      | nereținute | 614 | — 64×126    |
| Idem și blocare                | reținute   | 611 | — octogon;  |
| pe 0                           | nereținute | 612 | — 64×126    |
| Înterruptor I4-MRI             | 598        | 1+1 | 45×45×72    |
| Comutator prin apăsare         | 595        | 0+3 | ø56×59      |

*Aparate de comandă — ELECTROCONTACT — Botoșani*

|                         |         |      |         |             |
|-------------------------|---------|------|---------|-------------|
| Cheie de comandă C10    | fără LS | 1188 | 6p, 6e  | 50×50×110   |
| (variante A, B, C):     | cu LS   | 1189 | 6p, 6e  | 50×50×186   |
| Cheie de comandă C16    | fără LS | 1181 | 6p, 6e  | 66×66×163   |
| (variante A, B, C):     | cu LS   | 1187 | 6p, 6e  | 66×66×240   |
| Cutie cu butoane pentru | 2       | 2840 | 2(1+1)  | 220×100×105 |
| montaj fix pe utilaje   | 4       | 2842 | 4(1+1)  | 320×100×105 |
| (contactele butoanelor  | 6       | 2844 | 6(1+1)  | 445×100×105 |
| se conectează după      | 8       | 2846 | 8(1+1)  | 540×100×105 |
| necesități); nr. de     | 10      | 2848 | 10(1+1) | 670×100×105 |
| posturi:                | 12      | 2850 | 12(1+1) | 445×200×105 |

| 1                        | 2  | 3    | 4       |                 |
|--------------------------|----|------|---------|-----------------|
| Cutie cu butoane pentru  | 2  | 2841 | 2(1+1)  | 356 × 100 × 105 |
| montaj suspendat (con-   | 4  | 2843 | 4(1+1)  | 456 × 100 × 105 |
| tactele butoanelor se    | 6  | 2845 | 6(1+1)  | 576 × 100 × 105 |
| conectează după nece-    | 8  | 2847 | 8(1+1)  | 676 × 100 × 105 |
| sităţi); nr. de posturi: | 10 | 2849 | 10(1+1) | 795 × 100 × 105 |
|                          | 12 | 2851 | 12(1+1) | 576 × 200 × 105 |

Notă. 1. Aparatele IAEI — Titu:  $U_n/I_n$ , V/A c.a. ( $\cos \varphi = 1$ ) — 500/1; 380/2; 220/3,5; 127/4; 48 (42)/6; 24/10;  $U_n/I_n$ , V/A c.c. ( $L/R=0$ ) — 440/0,2; 220/1; 110/2; 48/3; 24/4; rezistența la uzură electrică: butoane — 1 200 000 manevre (excepție 652, 652A — 10 000), selectoare 100 000; frecvența de conectare 600 con/h; grad protecție — IP32 (excepție cod 650, 653-IP54); secțiunea conductoarelor de legătură — 1÷2,5 mm<sup>2</sup>.

Variantele codurilor 654, 654A, 663, 663A: cu 2 poziții, 0 — reținute, 1 — cu revenire; cu 3 poziții, 2 — reținute, 3 — cu revenire; cu 3 poziții, 4 — reținute, 5 — cu revenire.

2. Cheile de comandă se utilizează la acționarea separatoarelor și întreruptoarelor de medie și înaltă tensiune. Caracteristici tehnice:  $U_n$  — 500 V,  $R_{uc}$  — 10 000 manevre;  $f_c$  — 800 con/h;  $DA$  — 100%;  $I_n$  — 1,5 A la 380 V, 2,5 A la 220 V, 4 A la 110 V.

3. Cutiile cu butoane de comandă au caracteristicile electrice din nota 1. Grad de protecție — IP54.

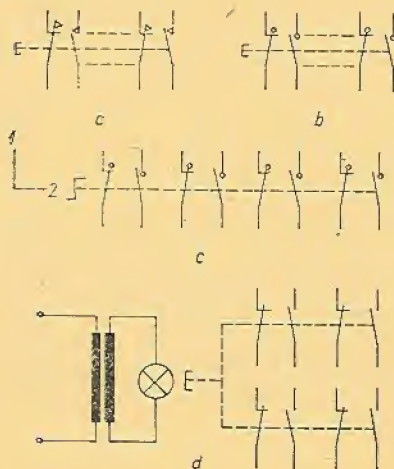


Fig. 4.1. Exemple de aparate de comandă manuală:

a — buton de comandă cu revenire (numărul de contacte, conform coloanei 3); b — idem, cu reținere; c — selector cu 2 poziții cu reținere; d — buton cu lampă de semnalizare cu transformator.



| Tipul aparatului                                     | Definirea aparatului |                      |      |      |                           |
|--|----------------------|----------------------|------|------|---------------------------|
|  | 1                    |                      | 2    |      |                           |
| Microîntreprinderi tip CM<br>(1nd + 1ni — comutator) | Gr.                  | Cod aparat cu borne: |      |      | $F_n$ , daN<br>$e_n$ , mm |
|  |                      | a                    | b    | c    |                           |
| Fără elemente cinematice<br>(fără tijă sau braț)     | 1                    | 3300                 | 3301 | 3302 | 0,270/0,4                 |
|  | 1                    | 3303                 | 3304 | 3305 | 0,090/1,0                 |
|  | 1                    | 6951                 | —    | —    | 0,100/1,1                 |
|  | 1                    | —                    | —    | 3324 | 0,360/0,5                 |
|  | 2                    | 3350                 | 3351 | 3352 | 0,250/0,4                 |
|  | 2                    | 3353                 | 3354 | 3355 | 0,080/1,0                 |
| Cu elemente cinematice:                              | 1                    | 3306                 | 3307 | 3308 | 0,270/0,4                 |
| — tijă telescopică, bușă filet                       | 1                    | 3309                 | 3310 | 3311 | 0,250/2,4                 |
| — braț și șurub reglaj                               | 1                    | 3312                 | 3313 | 3314 | 0,370/1,6                 |
| — braț scurt rolă acționare inversă                  | 1                    | 3315                 | 3316 | 3317 | 0,220/3,8                 |
| — braț lung rolă acționare inversă                   | 1                    | 3318                 | 3319 | 3320 | 0,350/0,4                 |
| — tijă telescopică cu rolă                           | 1                    | 3321                 | 3322 | 3323 | 0,350/0,4                 |
| — idem, rolă perpendiculară                          | 1                    | —                    | —    | 3325 | 0,150/3,0                 |
| — braț flexibil                                      | 1                    | 3326                 | —    | —    | 0,090/4,3                 |
| — braț foarte scurt acționare<br>cu rolă și șurub    | 1                    | —                    | 5594 | —    | 0,027/3,3                 |
| — braț flexibil                                      | 2                    | 3356                 | 3357 | 3358 | 0,150/3,0                 |
| — braț flexibil cu rolă                              | 2                    | 3359                 | 3360 | 3361 | 0,150/3,0                 |
| — tijă telescopică                                   | 2                    | 3362                 | 3363 | 3364 | 0,250/0,4                 |
| — idem, cu bușă lîsă                                 | 2                    | 3365                 | 3366 | 3367 | 0,250/0,4                 |
| — braț articulată                                    | 2                    | 3368                 | 3369 | 3370 | 0,010/6,0                 |
| — sîrmă articulată                                   | 2                    | 3371                 | 3372 | 3373 | 0,005/15                  |
| — braț scurt articulată și rolă                      | 2                    | 3374                 | 3375 | 3376 | 0,015/4,5                 |

| 1   |  | 2           |                      |                         |                      |                                     |                         |
|---|--|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| — braț lung articulat și rolă<br>— braț f. scurt articulat și rolă<br>— acționare în ambele sensuri |  | 2<br>2<br>2 | 3377<br>3380<br>3383 | 3378<br>3381<br>3384    | 3379<br>3382<br>3385 | 0,012/5,8<br>0,028/2,4<br>0,150/3,0 |                         |
| Microîntreruptoare tip AM<br>(Ind + Ini — comutator)  |  | Gr.         | Cod aparat cu borne: |                         |                      | $F_n$ , daN<br>$c_n$ , mm           |                         |
|   |  |             | a                    | d                       | e                    |                                     |                         |
| Simplu (fără elemente cinematice)   |  | 4           | 3420                 | 3421                    | 3422                 | 0,280/0,9                           |                         |
|   |  | 5           | 3450                 | 3451                    | 3452                 | 0,120/1,0                           |                         |
| Cu braț și rolă   |  | 4           | 3427                 | 3428                    | 3429                 | 0,280/0,9                           |                         |
| Cu braț și rolă   |  | 5           | 3456                 | 3457                    | 3458                 | 0,120/1,0                           |                         |
| Cu braț articulat   |  | 4           | 3453                 | 3454                    | 3455                 | 0,045/6,0                           |                         |
| Cu braț articulat și rolă   |  | 4           | 3424                 | 3425                    | 3426                 | 0,100/3,0                           |                         |
| Cu tijă telescopică   |  | 4           | 3430                 | 3431                    | —                    | 0,420/1,6                           |                         |
| Microîntreruptoare tip H<br>(Ind + Ini — comutator)   |  | Gr.         | Cod aparat cu borne: |                         |                      | $F_n$ , daN<br>$c_n$ , mm           |                         |
|   |  |             | a                    | f                       | g                    | h                                   |                         |
| Fără elemente cinematice (fără tijă și braț)  |  | 3<br>3      | 5978<br>5979         | 5980<br>5981            | 5982<br>5983         | 5984<br>5985                        | 0,110/0,4<br>0,060/0,4  |
| Cu elemente cinematice:   |  | Gr.         | Cod                  | $F_n$ , daN/ $c_n$ , mm |                      | Cod                                 | $F_n$ , daN/ $c_n$ , mm |
| — braț scurt  |  | 3           | 5986                 | 0,125/2,0               |                      | 5993                                | 0,085/2,0               |
| — braț lung   |  | 3           | 5987                 | 0,100/4,0               |                      | 5994                                | 0,075/4,5               |
| — braț flexibil lung și rolă  |  | 3           | 5988                 | 0,125/2,0               |                      | 5995                                | 0,085/2,0               |

1

- braț flexibil lung și rolă
- dublu braț flexibil
- idem, plus rolă
- pt. tastatură alfanumerică
- braț articulat var. A
- braț articulat var. B
- braț articulat var. C
- idem, plus rolă var. A
- idem, varianta B
- idem, varianta C

*Microîntreruptoare tip CM duble*  
(2nd + 2ni — comutator)

Cu tijă telescopică

- Cu braț articulat invers
- Idem, plus rolă
- Cu braț articulat direct
- Idem, plus rolă

*Microîntreruptoare tip KM*  
(1nd + 1ni — comutator)

- Simplu tip KM 11 var. A
- Simplu tip KM 12 var. B
- Cu braț și rolă KM 11 var. A
- Cu braț și rolă KM 12 var. B

2

|      |           |
|------|-----------|
| 5996 | 0,100/4,0 |
| 5997 | 0,280/2,5 |
| 5998 | 0,280/2,5 |
| —    | 0,060/3,0 |
| 5999 | 0,050/0,8 |
| 5999 | 0,030/1,5 |
| 5999 | 0,017/2,6 |
| 5963 | 0,050/0,8 |
| 5963 | 0,030/1,5 |
| 5963 | 0,017/2,6 |

**Borne:** *a* — cu șurub;  
*b* — cose simple; *c* — cose  
 îndoite; *d* — cose lungi;  
*e* — cose scurte; *f* — furcă;  
*g* — radio; *h* — lungi.

**Producție:** microîntrerup-  
 toarele capsule și blocurile  
 cu microîntreruptoare —  
 ELECTROCONTACT — Bo-  
 toșani; restul — ELECTRO-  
 APARATAJ — București.

Gr. Cod  $F_n$ , daN/ $c_n$ , mm

|   |      |           |
|---|------|-----------|
| 1 | 3327 | 0,150/1,3 |
| 1 | 3328 | 0,190/2,0 |
| 1 | 3329 | 0,190/2,0 |
| 1 | 3330 | 0,080/2,2 |
| 1 | 3331 | 0,080/2,2 |

Gr. Cod  $F_n$ , daN/ $c_n$ , mm

|   |      |             |
|---|------|-------------|
| 5 | 6960 | 240 ... 450 |
| 5 | 6960 | 0,7 ... 350 |
| 5 | 6961 | 190 ... 350 |
| 5 | 6961 | 1,0 ... 1,5 |

**Borne:** *a* — cu șurub;  
*b* — cose simple; *c* — cose  
 îndoite; *d* — cose lungi;  
*e* — cose scurte; *f* — furcă;  
*g* — radio; *h* — lungi.

**Producție:** microîntreup-  
 toarele capsulate și blocurile  
 cu microîntreuptoare —  
 ELECTROCONTACT — Bo-  
 toșani; restul — ELECTRO.  
 APARATAJ — București.



| 1  |       | 2                       |             |
|--|-------|-------------------------|-------------|
| Idem, plus șurub KM 11 var. A  | 5     | 6962                    | 95 ... 250  |
| Idem, KM 12 varianta B   | 5     | 6962                    | 2,0 ... 3,0 |
| Cu bilă tip KM 11 var. A   | 5     | 6963                    | 240 ... 450 |
| Cu bilă tip KM 12 var. B   | 5     | 6963                    | 1,0 ... 1,5 |
| Cu tijă pătrunsă KM 11 var. A  | 5     | 6964                    | 240 ... 450 |
| Cu tijă pătrunsă KM 12 var. B  | 5     | 6964                    | 0,7 ... 1,2 |
| <i>Bloc cu microîntrerupătoare</i>   |       |                         |             |
|  | Cod   | $F_n$ , daN/ $c_n$ , mm |             |
| Cu pas de 16 mm (conexiunile, după schemă) numărul de microîntrerupătoare pe bloc: | 6218  | 1,5/2                   |             |
|  | 6218A | 1,5/2                   |             |
|  | 6220  | 1,5/2                   |             |
|  | 6222  | 1,5/2                   |             |
|  | 6224  | 1,5/2                   |             |
|  | 6221  | 1,5/2                   |             |
| Cu pas de 12 mm (idem) numărul de microîntrerupătoare pe bloc:                     | 6223  | 1,5/2                   |             |
|  | 6225  | 1,5/2                   |             |
|  | 6226  | 1,4/0,3 ÷ 0,8           |             |
| Cu pas de 8 mm (idem), numărul de microîntrerupătoare pe bloc:                     | 6227  | 1,4/0,3 ÷ 0,8           |             |
|  | 6228  | 1,4/0,3 ÷ 0,8           |             |

Notă. 1. ELECTROCONTACT produce și microîntrerupătoare capsuleate: IP64 — tip CM cu tijă FF — 6131, FL-6132; IP65 — tip CM cu rolă FF-6136, FL-6137; IP54 — tip H: cu tacheret — 6138, cu tijă cap sferic — 6138S, cu tijă și rolă — 6138R; tip C — cu tijă și rolă axială — 6120 (cu cosă) și 6120R (cu șurub), cu tijă și rolă perpendiculară — 6211 (cu cosă) și 6211A (cu șurub); tip A — cu tijă telescopică scurtă — 6212, idem, lungă — 6212A, cu tijă telescopică scurtă și cap sferic — 6212B.

2. Simbolizare:  $F_n$  — forța nominală de acționare cu aproximație de  $\pm 40\%$ ;  $c_n$  — cursa nominală de acționare cu aproximație de  $\pm 50\%$ .

### 4.1.3. Limitatoare

| Specificație | Cod | $U_n, V$ | $I_n, A$ | Protec. | CA | Gabarit, mm |
|--------------|-----|----------|----------|---------|----|-------------|
| 1            | 2   | 3        | 4        | 5       | 6  | 7           |

#### Limitatoare de cursă capsulate — ELECTROCONTACT

|                   |       |     |     |      |     |             |
|-------------------|-------|-----|-----|------|-----|-------------|
| Cu translație     | 4463  | 500 | 6   | IP32 | 1+1 | 157×90×52   |
| Cu translație     | 4464  | 500 | 6   | IP32 | 1+1 | 142×90×52   |
| Cu rotație        | 4471  | 380 | 25  | IP54 | —4  | 396×222×233 |
| Cu rotație        | 4472  | 380 | 63  | IP54 | —4  | 396×222×233 |
| Cu rotație        | 4474  | 380 | 100 | IP54 | —4  | 396×222×233 |
| Cu șurub          | 4475  | 380 | 6   | IP54 |     | 348×100×100 |
| Cu pîrghie 2 poli | 4481A | 500 | 6   | IP54 | 1+1 | 220×265×255 |
| tip furcă: 1 pol  | 4482A | 500 | 6   | IP54 | 2+2 | 220×265×255 |
| Cu braț și rolă   | 4485  | 380 | 63  | IP54 | —4  | 240×410×236 |
| Cu braț și rolă   | 4486  | 380 | 100 | IP54 | —4  | 240×410×236 |
| Pt. mașini uneite | 6102  | 380 | 4   | IP43 | 1+1 | 112×100×45  |
| De mers în gol    | 6122  | 48  | 4   | IP65 | 1+1 | 52×11×95    |
| Tip CS2           | 7405  | 500 | 10  | IP66 |     | 124×40×40   |
| Tip C2            | 7406  | 500 | 10  | IP66 |     | 114×40×40   |
| Tip C3D           | 7407  | 500 | 10  | IP66 |     | 141×65×40   |
| Tip C3I           | 7408  | 500 | 10  | IP66 |     | 141×65×40   |
| Tip CS2R          | 7410  | 500 | 10  | IP66 |     | 129×40×40   |
| Tip C2R           | 7411  | 500 | 10  | IP66 |     | 120×40×40   |
| Tip C3DR          | 7412  | 500 | 10  | IP66 |     | 147×65×40   |
| Tip C3IR          | 7413  | 500 | 10  | IP66 |     | 147×65×40   |
| Tip CS2R          | 7415  | 500 | 10  | IP66 |     | 146×40×40   |
| Tip C2B           | 7416  | 500 | 10  | IP66 |     | 136×40×40   |
| Tip C3DB          | 7417  | 500 | 10  | IP66 |     | 160×65×40   |
| Tip C3IB          | 7418  | 500 | 10  | IP66 |     | 153×65×40   |
| Tip CS2-FB2       | 7420  | 500 | 10  | IP66 |     | 207×40×40   |
| Tip C2-FB2        | 7421  | 500 | 10  | IP66 |     | 198×40×40   |
| Tip CS2-FB1       | 7425  | 500 | 10  | IP66 |     | 160×40×40   |
| Tip C2-FB1        | 7426  | 500 | 10  | IP66 |     | 152×55×40   |
| Tip C3D-FB1       | 7427  | 500 | 10  | IP66 |     | 187×65×40   |
| Tip C3I-FB1       | 7428  | 500 | 10  | IP66 |     | 187×65×40   |
| Tip CS2-FB4       | 7432  | 500 | 10  | IP66 |     | 180×40×40   |
| Tip CS2-GB4       | 7435  | 500 | 10  | IP66 |     | 161×40×40   |
| Tip C2-GB4        | 7436  | 500 | 10  | IP66 |     | 151×60×40   |
| Tip CS2-GB5       | 7440  | 500 | 10  | IP66 |     | 150×40×40   |
| Tip CS2-FB3       | 7430  | 500 | 10  | IP66 |     | 200×40×40   |
| Tip C2-FB3        | 7431  | 500 | 10  | IP66 |     | 190×40×40   |

#### Limitatoare de cursă necapsulate — ELECTROCONTACT

|         |      |     |    |      |  |          |
|---------|------|-----|----|------|--|----------|
| Tip NS2 | 7400 | 500 | 10 | IP00 |  | 60×30×26 |
| Tip N2  | 7401 | 500 | 10 | IP00 |  | 60×30×26 |
| Tip N3D | 7402 | 500 | 10 | IP00 |  | 87×30×26 |

| 1        | 2     | 3   | 4  | 5    | 6 | 7        |
|----------|-------|-----|----|------|---|----------|
| Tip N3I  | 7403  | 500 | 10 | IP00 |   | 87×30×26 |
| Tip N2R  | 7404  | 500 | 10 | IP00 |   | 83×62×13 |
| Tip N1RI | 7404A | 500 | 10 | IP00 |   | 83×62×15 |
| Tip N1RD | 7404B | 500 | 10 | IP00 |   | 83×62×15 |

## Limitatoare de mers în gol cu temporizare — IEAB

|          |       |             |     |              |             |
|----------|-------|-------------|-----|--------------|-------------|
| Tip LMGT | 7447  | 24          | 1,5 | Temporizare: | 52×80×103   |
| Tip LMGT | 7447A | 220         | 1,5 | 30÷120÷300   | 52×80×103   |
| Tip LMGR | 7445  | 220;<br>380 | 63  | 30           | 330×250×170 |

Notă. Limitatoarele LMGT — pentru mașini unelte și *lmgr* — pentru redresoare de sudură se reglează în limitele de temporizare menționate. Tensiunea dată este cea de alimentare a aparatului.

## 4.1.4. Electromagneți de acționare

| Cod | $F_n$ , daN | Acționare  | $U_n$ , V | $f_c$ , c/h | Gabarit, mm |
|-----|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
|     | $c_n$ , mm  | Poz. func. |           | DA, %       |             |
| 1   | 2           | 3          | 4         | 5           | 6           |

Electromagneți de c.a. ( $U_n = 24, 48, 110, 220, 380, 500$  V)

|                     |        |        |     |          |              |
|---------------------|--------|--------|-----|----------|--------------|
| 6490                | 3/8    | t+i/o  | 220 | 600/40   | 64×75×104    |
| 6500B               | 1,5/10 | i/o    | 500 | 1200/100 | 70×80×70     |
| 6502                | 1,5/5  | i/v    | 500 | 1200/100 | 70×74×68     |
| 6503                | 2,5/12 | t+i/o  | 500 | 1200/100 | 64×93×96     |
| 6505                | 5/10   | t/v    | 500 | 1200/100 | 89×114×125   |
| 6505A <sup>2/</sup> | 3,5/10 | t/v    | 500 | 1200/100 | 89×114×125   |
| 6307                | 5/10   | t; i/v | 500 | 1200/100 | 89×114×125   |
| 6510A               | 5/25   | t/v    | 500 | 1200/100 | 104×112×143  |
| 6515                | 5/25   | i/v    | 500 | 1200/100 | 114×114×172  |
| 6545                | 0,1/15 | t/v    | 220 | 120/40   | ∅100×128×151 |
| 6550 <sup>3/</sup>  | 3/25   | t/v    | 220 | 300/100  | 114×163×250  |
| 6553 <sup>3/</sup>  | 16/40  | t/v    | 220 | 120/15   | 140×190×358  |
| 6560                | 1,3/15 | t/v    | 500 | 1200/100 | 53×73×113    |
| 6561                | 2,7/15 | t/v    | 500 | 1200/100 | 55×58×139    |
| 6562                | 7,5/35 | t/v    | 500 | 600/100  | 85×138×231   |
| 6563                | 10/40  | t/v    | 500 | 300/60   | 102×140×225  |

Electromagneți de c.c. ( $U_n = 24, 48, 60, 110, 220$  V)

|      |        |     |     |          |           |
|------|--------|-----|-----|----------|-----------|
| 6520 | 5/25   | t/v | 220 | 1200/100 | ∅106×218  |
| 6525 | 1,5/10 | i/o | 24  | 1200/10  | 50×60×119 |



| 1    | 2     | 3     | 4   | 5        | 6           |
|------|-------|-------|-----|----------|-------------|
| 6531 | 6/5   | i/v—o | 24  | 1200/60  | 73×73×116   |
| 6535 | 30/2  | t/v   | 220 | 3600/100 | ø 140×234   |
| 6551 | 9/30  | t/v   | 220 | 1200/100 | 130×130×310 |
| 6552 | 16/40 | t/v   | 220 | 120/15   | 140×140×358 |
| 6555 | 0,4/5 | i/v—o | 220 | 3600/100 | 58×86×91    |
| 6556 | 0,4/5 | i/v—o | 220 | 3600/100 | 68×93×98    |

*Electromagneți capsulați pentru distribuție hidraulică*

|      |         |  |     |          |           |
|------|---------|--|-----|----------|-----------|
| 6512 | 5/5     |  | 500 | 3600/100 | 70×81×90  |
| 6504 | 3,2/2,5 |  | 500 | 3600/100 | 45×100×79 |
| 6526 | 6/5     |  | 60  | 3600/100 | 70×80×98  |
| 6538 | 4/2,5   |  | 60  | 3600/100 | 45×85×79  |

Notă. 1. Simbolizări și abrevieri:  $F_n$  — forța nominală de acționare;  $c_n$  — cursa nominală de acționare; t — tragere; i — împingere; o — poziție de funcționare orizontală; v — idem, verticală.

2. Se montează numai în incinte etanșe.

3. Sînt echipate cu redresor pentru alimentare de la rețea de curent alternativ.

4. Electromagneții capsulați cod 6512 și 6526 sînt cu legături libere; restul, cu fișă și cuplă.

5. Producție ELECTROAPARATAJ — București.

### 4.1.5. Relee uzuale

**Relee intermediare** — Întreprinderea de relec Mediaș:

• RI 8, variante: RS 7144 și RS 7169 —  $F$ , RS 72009 —  $D$ ;  $U_a$  — 12, 24, 36, 48, 60, 110 V c.c.,  $P_a = 3$  W: contacte 1÷3 nî, nd sau c, simple sau întărite, în 4 grupe de combinații:  $A_1$  — o grupă de contacte simple,  $A_2$  — o grupă de contacte întărite,  $B_1$  — două grupe de contacte simple văzute din partea frontală;  $B_2$  — idem, întărite;  $B_3$  — idem, mixte;  $I_{no}$ , A c.c./c.a.: contacte simple sarcină inductivă — 0,5/1,25, rezistivă — 1/2,5, contacte întărite sarcină inductivă — 1,5/2,5, rezistivă — 3/5;  $R_{ac} = 10^7$  manevre;  $G$  — 38,5 × 27,5 × 92,5 mm —  $D$ , 44 × 19,5 × 51 mm —  $F$ ;  $M$  — 130 g releu + 30 g priză —  $D$ , 70 g —  $F$ ;

• RI 9, variante: pentru c.a. — RS 72046 —  $F$ , RS 72078 —  $D$ ; pentru c.c. — RS 71055 —  $F$ , RS 72010 —  $D$ ;

$U_a = 12, 24, 36, 48, 60, 110, 170, 220/12, 24, 42, 60, 110, 220$  V c.c./c.a.;  $P_a = 4,5$  W; contacte 1÷2 ni, nd sau c, simple sau întărite, în 2 grupe de combinații:  $C_1$  — o grupă de contacte întărite,  $C_2$  — două grupe de contacte întărite văzute din partea frontală;  $I_{nc}, R_{uc}$  — ca la RI 8;  $G — 26 \boxtimes \times 60 \times 60$  mm — F,  $30 \times 64 \times 105,5$  mm — D;  $M — 220$  g releu +  $50$  g priză — D,  $150$  g — F;

• RI 10 — RS 71810, variante: A — simplu, B — cu indicator de poziție, C — cu indicator de funcționare cu remanentă; tip fișă;  $U_a — 24, 48, 60, 110, 220$  V c.c.;  $P_a = 3$  W; contacte 4 c (în execuție navală, 2c);  $I_c = 10$  A,  $I_R = 0,2/1$  A c.c./c.a.;  $f_c = 1\ 200$  man/h;  $R_{uc} = 250\ 000$  manevre;  $G — 70 \times 58 \times 103$  mm;  $M — 350$  g releu +  $200$  g priză;

• RI 11 — RS 71811, variante: A, B, C — v. RI 10;  $U_a = 24, 48, 100, 110, 220$  V c.a.;  $S_a = 6$  VA; contacte — v. RI 10;  $G — 70 \times 61 \times 103$  mm;  $M — 350$  g releu +  $200$  g priză.

• RI 12 — RS 72006 (pe reglatoarele MR-192, LR-192);  $U_n = 24$  V c.c.;  $P_a = 1$  W; contacte — 1c,  $I_{nc} = 4$  A;  $f_c = 400$  man/h;  $R_{uc} = 2\ 000\ 000$  manevre;  $G — 68 \times 12 \boxtimes \times 25$  mm;  $M — 150$  g;

• RI 13 — RS 72500, variante: pentru c.c., A — execuție normală, AT — pentru temperaturi ridicate, AT2 — cu sarcină de 10 A pe contacte, AS2 — pentru instalații energetice cu 2c, AS3 — idem, cu 3c, A1 — de intensitate, execuție navală; pentru c.a., B, BT, BT2, BS2, B1 — similar ca pentru c.c.;  $U_a — 24, 48, 110, 220/6, 12, 48, 60, 110, 220$  V c.a./c.c.;  $S_a — 3$  W c.c., 3,4 VA c.a.; contacte: A(B)1 — 2c, rest — 3 c;  $G — 35 \times 35 \times 75$  mm;  $M — 150$  g releu +  $75$  g priză; alte date:

| Varianta                | A(B)S2       | A, B, A(B)T,<br>A(B)1 | A(B)T2        |
|-------------------------|--------------|-----------------------|---------------|
| $I_{nc}, A$             | 3            | 6                     | 10            |
| $R_{uc} / f_c, c / c/h$ | 50 000/3 600 | 1 000 000/1 200       | 250 000/1 200 |

• RI 14 — RS 72510, variante: A, AT — cu 2c pentru temperaturi normale, înalte, B, BT — cu 4c idem; debroșabil, de tip tot sau nimic; cod  $U_a, V$  c.c.: 1 — 24; 2 — 48,

3 — 110, 4 — 220, 5 — 60;  $I_{nc} = 0,2/2A$  c.c./c.a.;  $R_{ac} = 100\,000$  manevre;  $f_c = 1\,200$  man/h;  $G — 34 \times 64 \times 105,5$  mm;  $M — 270$  g releu + 50 g priză;

• RI 17 — RS 72778, variante: A, B — 2c, respectiv 4c, repartizate în 2 grupe de contacte; cod  $U_a$ , V c.c.: 1 — 24, 2 — 48, 3 — 110, 4 — 220, 5 — 12, 6 — 60;  $P_a = 4,5$  W;  $I_{nc} = 3,15$  A;  $R_{ac} = 10^6$  manevre;  $f_c = 1\,200$  man/h;  $G — 26 \times 67 \times 60$  mm;  $M — 150$  g.

• RI 21 — RS 73354, variante: A — pentru c.c., B — pentru c.a.; debroșabil;  $U_a — 12, 24, 110, 220/12, 24, 48, 60, 100, 110, 220$  V c.c./c.a.; contacte — 5c;  $I_{nc}$ , A —  $2/220$  V  $\cos \varphi = 0,7, 0,5/220$  V —  $\cos \varphi = 0,4, 0,05/220$  V —  $L/R = 15$  ms;  $P_a = 3,5$  W c.c., 5 VA c.a.;  $G — 38 \times 47 \times 71$  mm;  $M — 200$  g releu + 60 g priză;

• RI 28: de tip tot sau nimic; debroșabil, montaj aparent;  $U_a — 12, 24, 48, 60, 110, 220/12, 24, 42, 60, 110, 128, 220$  V c.c./c.a.;  $P_a — 5,5$  W, 7,5 VA; contacte 2c, 3c, 4c;  $I_{nc} = 6,3$  A;  $t_i, t_d — 30$  ms;  $P_R — 1\,500$  VA —  $\cos \varphi = 1, 660$  VA —  $\cos \varphi = 0,4, 150$  W —  $L/R = 0, 75$  W —  $L/R = 40$  ms;  $f_c = 1\,200$  man/h;  $G — 24 \times 52 \times 72 — 2c, 3c, 52 \times 52 \times 72 — 4c$ ;

• RI 33 — RS 74650, variante: A — montaj fix, B — debroșabil;  $U_a — 6, 12, 24, 48, 110, 220/24, 48, 110, 220, 380$  V c.c./c.a.;  $G — 38 \times 73, 8 \times 35$  mm — A,  $58 \times 55 \times 35$  mm — B;  $M — 100$  g — A, 100 g releu + 90 g priză; contacte:

| Poziție        | 1nd                   | 2nd  | 3nd  | 1c   | 2c   | 3c   |
|----------------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| $U_M, V$       | 220 c.c. sau 220 c.a. |      |      |      |      |      |
| $I_M, A$       | 16                    | 16   | 10   | 16   | 16   | 10   |
| $I_M, A$       | 60                    | 60   | 40   | 60   | 60   | 40   |
| $P_R-AC11, VA$ | 2200                  | 2200 | 1500 | 2200 | 2200 | 1500 |
| $P_R-DC11, W$  | 66                    | 66   | 44   | 66   | 66   | 44   |

• RIB 1 — RS 73372 (bistabil mecanic; în circuitele de impulsuri și de memorie); debroșabil;  $U_a — 6, 12, 24, 60, 90, 110, 220/24, 48, 110, 220$  V c.c./c.a.; contacte —  $2 \times 3c$ ;  $I_{nc} = 6A$ ;  $f_c = 1\,200$  man/h;  $G — 88 \times 38 \times 75$  mm;  $M — 275$  g releu + 55 sau 200 g priză.



## Relee de timp:

• **RTpa 5 — RS 71806** (IR-Mediaș), variante: *A* — 1nd cu temporizare la închidere + 1c instantaneu, *B* — 1nd, idem + 1nd glisant cu temporizare la închidere + 1c instantaneu;  $U_a = 24, 48, 60, 110, 220$  V c.c.;  $P_a = 15$  W (30 W la anclanșare);  $I_{nc} = 5/3$  A — temporizat/instantaneu;  $R_{uc} = 5\,000$  manevre;  $G = 90 \times 114 \times 145$  mm;  $M = 1,32$  kg releu + 0,5 kg priză (este debroșabil);

• **RTp 7 —** montaj aparent, **RTp 71 —** montaj îngropat; variante:  $U_n = 24, 110, 220$  V c.a.;  $S_a = 20$  VA la anclanșare, 10 VA în regim permanent;  $I_{nc} = 6$  A,  $R_{uc} = 10\,000$  manevre;  $f_c = 20$  man/h;  $G = 84 \times 130 \times 170$  mm;

| Tipul — codul  | Felul temporizării   | Contacte  |
|--|--|---|
| RTpa 7 — RS 71868<br>RTpa 71 — RS 73167<br>RTpr 7 — RS 72300<br>RTpr 71 — RS 73168 | Cu temporizare la anclanșare<br>Cu temporizare la revenire | 4c: 1t+3i, 2t+2i;<br>3t+1i, 4t<br>3c: A—1t+2i,<br>B—2t+1i; C—3t |

• **RTp 8:**  $U_a = 24, 110, 220$  V c.a.; contacte — 1ci + 1c;  $I_{nc} = 5$  A;  $P_R = 30$  W — 220 V;  $t_t = 40$  ms,  $t_d = 50$  ms; temporizare: *A* —  $0,12 \div 3$  s, *B* —  $0,5 \div 12$  s; *C* —  $5 \div 120$  s;  $0,5 \div 12$  min, *E* —  $5 \div 120$  min,  $0,5 \div 12$  h; variante constructive: *G* —  $53 \times 70 \times 115$  mm — RTp 8,  $60 \times 75 \times 125$  mm — RTp 81; 81; *M* — 600 g — RTp 8, 900 g releu + 400 g priză — RTp 81, 82;

| Tipul         | RTpa 8          | RTpr 8          | RTpa 81         | RTpr 81         | RTpa 82         | RTpr 82         |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cod<br>Montaj | RS 73730<br>A—F | RS 73812<br>A—F | RS 73814<br>A—D | RS 73815<br>A—D | RS 73816<br>I—D | RS 73817<br>I—D |

• **RTL1 —** Releu de timp lung — ICEMENERG (în schemele de comandă și automatizări pentru funcționare intermitentă, unde se cer temporizări variabile ale perioadei de lucru și de pauză):  $U_a = 220$  V;  $t_r = 15$  min  $\div 2$  h în 9 trepte, independent atât pentru lucru cât și pentru pauză; ieșire prin releu RI8 cu c;  $M = 1,5$  kg;

• **RLT21; 22:**  $U_a = 220$  V;  $t_r = 6 \div 10$  min — RTL21,  $12 \div 20$  min — RTL22;  $G = 80 \times 186 \times 166$  mm;  $M = 1,5$  kg;

## Relee de pîlpîre — ICEMENERG:

• *RP6a* — Releu de pîlpîre tranzistorizat (pentru alimentarea cu impulsuri a baretei de pîlpîre pentru semnalizarea necorespunzătorității dintre poziția elementului de comandă și a elementului comandat):  $U_a = 24; 48$  V c.c.;  $P_a = 40$  W (sarcină din becuri incandescente);  $f_p = 1, 2, 8$  Hz  $\pm 20\%$ ;  $G = 80 \times 186 \times 143$  mm;  $M = 1$  kg.

• *RP7a* — Releu de pîlpîre (utilizare — v. *RP6a*):  $U_a = 110; 220$  V c.c., c.a.;  $P_a = 15$  W/110 V, 25 W/220 V;  $f_c = 1,5 \div 2,5$  impulsuri/s;  $G = 80 \times 186 \times 143$  mm;  $M = 2$  kg;

• *RPPS411* — 24 V, „—“ pîlpîitor, *RPPS412* — 24 V „+“ pîlpîitor — Releu de pîlpîre cu protecție la scurt-circuit (utilizare, ca *RP6a* + semnalizare de poziție);  $U_a = 24; 48$  V c.c.;  $I_M = 5/3$  A la 24/48 V;  $f_p = 0,5 \div 2,5$  Hz  $\pm 20\%$ ;  $G = 150 \times 132 \times 296$  mm;  $M = 4,5$  kg;

## Relee de semnalizare:

• *RSE* — *RS 72250* — IR-Medias; variante: 1 — de curent sau de tensiune de lucru, 2 — idem, de repaos, *A* — debroșabil în montaj aparent, *B* — fix în montaj îngropat, *C* — debroșabil în montaj în cutie (exemplu de simbolizare: *RSE A2* — *RS 72250A2*);  $U_n = 24, 48, 60, 110, 220$  V, c.c.;  $I_n = 0,01 - 0,015 - 0,025 - 0,075 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 1$  A c.c. — toate variantele, în plus 1,5 — 2,5 — 5 — 7,5 — 10 A c.c. — *A1, B1, C1*;  $P_a = 1,5$  W la  $U_n$ , 0,75 W la  $I_n$ ;  $DA = 100\%$ ; contacte — 2c;  $I_{nc} = 6$  A;  $R_{nc} = 50\,000$  manevre;  $f_c = 600$  man/h;  $G = 50 \times 80 \times 160$  mm — *A1, A2*,  $53 \times 74 \times 170$  mm — *B1; B2*; variante: de construcție — *I* (îngropat), *RS 74000, RS 74207, RS 74208; A* (aparent) — *RS 74209, RS 74210, RS 74316, D* (debroșabil) — *RS 74376, RS 74377, RS 74378*; contacte — *A* — 1c acționat în poziție de semnalizare avarie la releul de curent, *B* — 1c + 1p acționate în poziție de semnalizare avarie la relele de tensiune, *D* — 2c acționate în poziție de semnalizare avarie la relele de tensiune; funcționare — *L* — semnalizează avarie la alimentarea releului, *R* — semnalizează avarie la întreruperea alimentării



releului;  $U_n$ , V c.c./ $P_a$ , W — 24, 48, 60, 110, 220/2,5 — RS 74207, RS 74209, RS 74376;  $U_n$ , V c.a./ $S_a$ , VA — 110; 220/4,5 — RS 74208, RS 74210, RS 74316;  $I_{nc} = 5$  A;  $G — 60 \times 60 \times 91$  mm —  $I$ ,  $73 \times 73 \times 100$  mm —  $A$ ,  $73 \times 73 \times 92$  mm —  $D$ ; exemplu de codificare: RSE-RS 74207-LID;

- RSI6; 6.2 — Releu de semnalizare prin impulsuri — ICEMENERG (pentru semnalizări preventive și de avarie cu repetarea acțiunii):  $U_n/I_n$ , V/A — 24÷220/5 la RSI6, 220/2 la RSI6.2; nr. maxim de semnalizări — 25;  $G — 188 \times 80 \times 142$  mm;  $M = 2,5$  kg;

- RSS7 — Releu rapid de semnalizare — ICEMENERG (pentru semnalizări centrale prin releu cu contact pasager):  $U_a = 24$ ; 220 V c.c.;  $P_a — 5$ ; 10 W la conectare, 3, 5; 7 W la deconectare, 2,5; 3,5 W de durată;  $I_{nc} = 1,5$  A c.c.;  $R_{uc} = 10^7$  manevre;  $G — 80 \times 174 \times 85$  mm;  $M = 0,6$  kg;

- ASPP-3 — Aparat pentru semnalizarea punerilor la pământ și pentru măsurarea preventivă a rezistenței de izolație în circuitele de curent continuu, compus din două subansambluri; variante: 24, 48, 110, 220 V;  $L_m$  — pentru semnalizare 5÷6 k $\Omega$  — 24 sau 48 V, 6÷12 k $\Omega$  — 110 V, 20÷40 k $\Omega$  — 220 V, pentru măsurare 0÷ $\infty$ ;  $G — 140 \times 140 \times 73$  mm — aparat măsură, 140 × 140 × 127 mm — aparat semnalizare;

- CSS — Clapetă de semnalizare a curentului de scurt-circuit — ICEMENERG (pentru determinarea selectivă a fazelor defecte ale cablurilor de MT racordate la posturile trafo sau punctele de alimentare):  $D_m — 600 \div 1\,000$  A;  $G — 50 \times 60 \times 80$  mm;  $M = 120$  g.

Relee de protecție de curent și de tensiune — IR-Mediaș; variante:  $A — 1nd$ ,  $B — 1n\dot{f}$ ;  $I_{nc} — 2$  A închis, 1 A  $\cos \varphi = 0,5$  sau 0,2 A —  $L/R = 2,5$  ms;  $R_{uc} = 1\,000$  manevre; conectare prin priză; tipuri:

- RC2 — RS 71900 — Releu maximal de curent:  $I_n/I_r/I_M$ , A —  $S_a$ , VA — 0,2/0,05÷0,2/0,3—3,5; 0,6/0,15÷0,6/0,9—3,5; 2/0,5÷2/3—3,5; 6/1,5÷6/9—3,5; 10/2,5÷10/15—3,5; 20/5÷20/15—7,5; 50/12,5÷50/15—30; 100/25÷100/15—120; 200/50÷200/15—500;  $G — 90 \times 115 \times 155$  mm;  $M — 500$  g releu + 500 g priză;



• **RT3 — RS 71901** — Releu maximal de tensiune:  $U_n/U_r/U_M$ ,  $V - S_a$ ,  $V - 60/15 \div 60/66 - 3,5$ ;  $200/50 \div 200/220 - 3,5$ ;  $400/100 \div 400/440 - 35$ ;  $G - 90 \times 115 \times 155$  mm;  $M - 500$  g releu +  $500$  g priză;

• **RT4** — Releu minimal de tensiune — RS 71902:  $U_n/U_r/U_M$ ,  $V - S_a$ ,  $VA - 48/12 \div 48/64,8 - 3,5$ ;  $160/40 \div 160/216 - 3,5$ ;  $320/80 \div 320/432 - 3,5$ ;  $G - 90 \times 115 \times 155$  mm;  $M - 500$  g releu +  $500$  g priză;

• **RT3S — RS 72627** — Releu maximal de tensiune cu stabilitate termică ridicată:  $U_n/U_r/U_M$ ,  $V - S_a$ ,  $VA - 30/15 \div 30/110 - 5$ ;  $60/30 \div 60/220$ ;  $120/60 \div 120/440$ ;  $G - 80 \times 115 \times 165$  mm;  $M - 800$  g releu +  $500$  g priză;

• **RT4S — RS 72628** — Releu minimal de tensiune cu stabilitate termică ridicată:  $U_n/U_r/U_M$ ,  $V - S_a$ ,  $VA - 15/7,5 \div 15 - 7$ ;  $30/15 \div 30/110 - 5$ ;  $G - 80 \times 115 \times 165$  mm;  $M - 400$  g releu +  $500$  g priză;

### Relee de protecție complexe ICEMENERG:

• **DIP** — Dispozitiv pentru indicarea selectivă a liniei pusă la pământ în rețelele cu neutrul izolat sau compensat: capacitate —  $3 \div 18$  linii;  $L_m$  (rețele izolate/compensate) —  $10 \div 1\,000$  mA —  $50$  Hz/ $0,5 \div 500$  mA —  $250$  Hz;  $Z_i$  — sub  $1\ \Omega$  la  $50$  Hz;  $U_a$ , V c.c./ $I_a$ , mA —  $24/10$ ,  $48/8$ ,  $110/6$ ,  $220/6$ ;  $G - 215 \times 160 \times 225$  mm;  $M - 6$  kg; montaj îngropat;

**DPP** — Dispozitiv pentru protecția selectivă împotriva punerilor la pământ în rețelele cu neutrul izolat sau compensat; capacitate —  $3 \div 5$  linii (peste 5, se interconectează nr. corespunzător de DPP);  $U_a$ , V/ $I_a$ , A (redresor) —  $100/0,1$ ;  $Z_i = 1\ \Omega$ ; echipamentul de linie se alimentează din filtre sau transformatoare homopolare cu minim  $10$  mA —  $250$  Hz,  $22$  mA —  $150$  Hz,  $1$  A —  $50$  Hz;  $G - 568 \times 259 \times 215$  mm;  $M = 25$  kg; montaj aparent pe panou vertical;

• **RDT** — Releu direcțional de procese tranzitorii (pentru protecția contra punerilor la pământ în rețelele cu neutrul izolat sau compensat a unei singure plecări; înlocuiește DIP sau DPP când sînt sub 3 linii protejate sau curentul capacitiv total al rețelei depășește  $3$  A):  $U_H$ , V/ $I_H$ , A —  $100/5$ ;

$I_M = 1,5 I_n - t = \infty$ ,  $20 I_n - t = 1$  s;  $L_m$  — min. 50 mA — curent stabilizat de punere la pământ;  $S_a = 2$  VA — circuit curent, 15 VA — circuit  $U_H$ , 8 VA — circuit  $U_a$ ;  $G = 187 \times 331 \times 165$  mm;  $M = 4$  kg;

• **RCC** — Releu de curent capacitiv (pentru protecție contra punerilor la pământ în rețelele cu neutrul izolat cu curenți capacitivi mici);  $L_m$  — min.  $20 \div 40$  mA alimentat direct,  $1 \div 3,5$  A alimentat prin tor;  $U_H = 100$  V;  $U_a$ , V/ $I_n$ , A = 24/100, 48/70, 110/50, 220/30;  $S_a = 1$  VA — circuit curent, 10 VA — circuit  $U_H$ ;  $G = 255 \times 295 \times 185$  mm;  $M = 6$  kg;

• **RDL** — Releu pentru protecția diferențială longitudinală a liniilor scurte, prevăzute cu cablu pilot:  $I_{n1}/I_{n2} = 5$  A/52 mA (trifazat);  $I_r = 0,65 \dots 1,5 I_{n2}$ ;  $U_a = 220, 110, 48, 24$  V comutabilă;  $S_a$ , VA c.a./ $I_a$ , mA c.c. — max. 1/50 — repaos sau 100 — acționat; cablu pilot CCS cu  $\varnothing_m$  fir = 0,9 mm și  $R = 200 \Omega$  (1,5 mm<sup>2</sup> — 18 km);  $M = 18$  kg; pentru separarea galvanică a cablului pilot — în special la circuite asimetrice unde pot apărea pe cablul pilot tensiuni longitudinale periculoase pentru relee și personal — se utilizează:

• **TI — RDL** — transformatorul de izolare pentru protecția diferențială longitudinală:  $I_n = 50$  mA,  $I_M = 2I_n$ ,  $k_T = 1$ ;  $G = 226 \times 223 \times 130$  mm;  $M = 5$  kg;

• **RBM** — Releu de blocaj a comenzii PDL la șocul de curent de magnetizare apărut la anclanșarea liniei, când în zona de protecție este și un trafo:  $I_n = 5$  A,  $I_M = 2I_n$ ;  $U_a = 24, 48, 110, 220$  V c.c. comutabilă;  $S_a$ , VA c.a./ $I_a$ , mA c.c. — ca RDL;  $G = 354 \times 322 \times 180$  mm;

• **RDC3** — Releu direcțional cu elemente statice utilizat ca organ direcțional în schemele de protecție prin relee ale rețelilor complexe;  $I_n = 5; 1$  A;  $U_n = 100$  V;  $U_a = 24, 48, 110, 220$  V c.c.;  $L_m$  — min. 0,2 V la  $I_n$  și unghi de sensibilitate maximă (comutabil) de 30, 45, 110° capacitiv;  $I_M = 2I_n - t = \infty$ ,  $30I_n - t = 1$  s;  $S_a$ , VA c.a./ $I_a$ , mA c.c. — 2 — circuit curent, 15 — circuit tensiune/30 — 220 V, 50 — 110 V, 70 — 48 V, 100 — 24 V;

• **RAR2c** — Dispozitiv de reanclanșare automată rapidă trifazată pentru rețelele de MT în două cicluri sau într-un

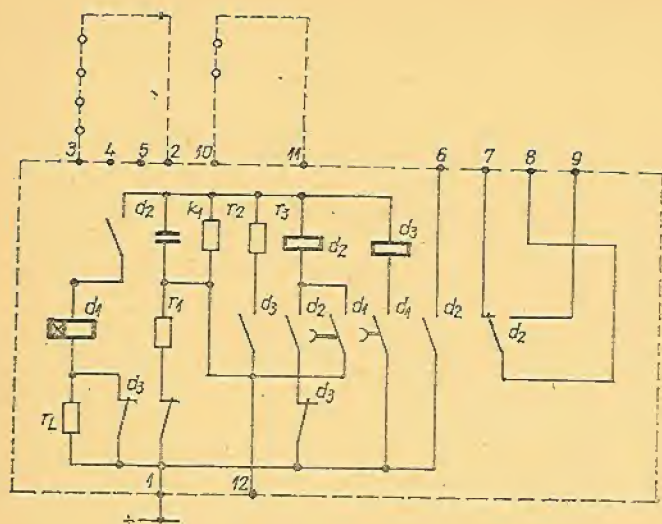


Fig. 4.2. Schema de conexiuni a dispozitivului RAR.

ciclu:  $U_n = 110; 220$  V c.a.;  $S_a = 36$  VA — acționare, 17 VA — repaos; timpul de pauză reglabil  $2 \div 20$  ms, timp blocaj pe ciclu  $60 \div 100$  ms; durată impulsului —  $1 \div 1,5$  s; dispozitivul se blochează: după fiecare ciclu, după o comandă voită de închidere, după funcționarea unor protecții fără RAR (v. fig. 4.2);

- **DAFET** — Dispozitiv automat pentru funcționarea economică a transformatoarelor pentru reducerea consumului tehnologic de energie în stațiile și posturile echipate cu câte 2 trafa identice:  $U_n = 220$  V c.a.; 220, 110, 48, 24 V c.c.;  $G = 590 \times 596 \times 257$  mm;  $M = 35$  kg;

- **RFm4** — Releu de frecvență minimă pentru deconectarea automată descentralizată a sarcinii formată din mai mulți consumatori puțin importanți:  $U_n = 100$  V;  $f_r = 45 \dots 50$  Hz;  $G = 330 \times 180 \times 162$  mm;

- **RPA** — Releu de putere activă pentru DASP:  $U_n = 100/\sqrt{3}$  sau  $3 \times 100$  V;  $I_n = 1,5$  A;  $U_a = 220$  V c.c.;



$P_r = 0,5 \dots 3 P_n$ ;  $k_{rev} = 85\%$ ;  $I_s = 10 \text{ A}$ ,  $I_R = 0,5 \text{ A c.a.}$ ;  $0,2 \text{ A c.c.}$ ;  $S_a$  — max. 2 VA — circuit curent, 5 VA — circuit tensiune;  $G = 180 \times 385 \times 235 \text{ mm}$ ;  $M = 7 \text{ kg}$ ;

### Relee pentru protecția motoarelor — IR-Mediaș:

• *RC6 — RS 74006* — Releu minimal de c.c. pentru protecția motoarelor de c.c.; montaj fix aparent;  $I_n$ , A c.c. — 0,6—1—1,6—2,5—4—6—10—16—25—40—63—100—160—250—320—400—630; contacte — 1nd + 1nî;  $I_{nc} = 10 \text{ A c.c.}$ ,  $I_t = 100 \text{ A c.c.}$  — 380 V, 25 A c.c. — 110; 220 V,  $I_R = 10 \text{ A c.a.}$  — 380 V, 2,5 A c.c. — 110 V, 1 A c.c. — 220 V; IP00;

• *RC5 — RS 74005, RC5M — RS 74005M* — Releu maximal de curent cu revenire automată, respectiv manuală, pentru protecția motoarelor de c.c.;  $I_n$  — ca RC6 + 1 250 A c.c.; contacte — 1nd + 1nî; în rest — ca RC6;  $G = 160 \times 190 \times 180 \text{ mm}$ ;  $M = 2,6 \text{ kg}$  —  $I_n \leq 630 \text{ A}$ , 6 kg —  $I_n = 1 250 \text{ A}$ ;

• *RPT1a, b* — Releu electronic de protecție a motoarelor electrice la supratemperatură (ca traductoare de sesizare a variației de temperatură se folosesc termistoare cu coeficient termic negativ dacă nu depășesc 2 500 la 25°C); montaj fix; contacte — 1c;  $I_R = 2 \text{ A}$  —  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $U_a = 220 \text{ V c.a.}$ ;  $G = 83 \times 134 \times 92 \text{ mm}$ .

### Relee diverse — IR-Mediaș:

• *RT5 — RS 75006* — Releu de putere pentru controlul tensiunii la motoarele de c.c.; montaj fix;  $U_a = 220 \text{ V c.c.}$  (reglaj  $0,25 \div 0,8 U_a$ );  $P_a = 25 \text{ W}$ ; contacte — 1nd + 1nî;  $I_{nc} = 10 \text{ A c.c.}$ ,  $I_t = 2,5 \text{ A}$  — 380 V c.a., 0,5 A — 220 V c.c.;  $I_R = I_t$ ;  $R_{uc} = 10^6$  acționări;  $G = 110 \times 190 \times 180 \text{ mm}$ ;

• *RSS1 — RS 74685* — Releu static de supravegherea izolației cu buton pentru testarea funcționării și posibilitate de anexare a aparatului indicator *M0-42* — IAEM-Timișoara;  $U_a = 220$  V;  $S_a = 7$  VA; contacte 1 nd + 1 nî;  $I_{nc} = 5$  A; circuit supravegheat —  $U_M = 1\,000$  V c.a., 1 500 V c.c.;  $C = 1 \div 10$   $\mu$ F,  $D_m = 3 \div 100$  k $\Omega$ ;  $R_{uc} = 50\,000$  manevre;  $G = 145 \times 92 \times 165$  mm;

• *RSMT1 — RS 74766A* — Releu static de măsurarea tensiunii (pentru protecție, control și măsură în rețelele de JT); montaj aparent sau pe șină profil;  $U_a = 24$  V c.c.; 24, 48, 110, 220 V c.c.;  $P_a = 3$  W c.c., 4 VA c.a.; contacte 1nd + 1nî,  $I_{nc} = 5$  A;  $D_m$  — cod: 50  $\div$  500 mV — AA/ 24 V c.c., AB/24; 220 V c.a., AC/48; 110 V c.a.; 25  $\div$  250 V — BA(DA)/24 V c.c., BB(DB)/24; 220 V c.a., BC(DC)/48; 110 V c.a.; 50  $\div$  500 V — CA(EA)/24 V c.c., CB(EB)/24; 220 V c.a., CC(EC)/48; 110 c.a. (în paranteză — codurile pentru c.a.); pentru  $U_a = 48, 110, 220$  V c.c. se folosește rezistența adițională *RBC 1009-330 BFG6025* — 1,5 k $\Omega$ , respectiv *BGF6040* — 3,6 k $\Omega$ ;  $R_{uc} = 50\,000$  manevre;  $G = 53 \times 70 \times 102$  mm;

• *RIP1* — Releu de impuls și pauză (în instalații de automatizare care cer un anumit raport între  $t_1$  — timpul de lucru și  $t_2$  — timpul de pauză);  $t_1/t_2$  — reglabil;  $U_a = 220$  V,  $S_a = 3,7$  VA; perioada  $T = 60$  s; contacte — microînteruptor cu c; debroșabil;  $M$  — max. 100 g;

Notă. Simbolizări neevidente:  $F, D$  — montaj fix, debroșabil;  $U_a, P_a, S_a$  — tensiune, putere activă, putere aparentă de alimentare;  $I_i, I_d, I_R, I_r$  — curent de închidere, deschidere, rupere, reglaj; nî, nd, c, p — contact: normal-închis, normal-deschis, comutator, pasager;  $t_i, t_d$  — timp de închidere, deschidere a contactelor;  $t_r$  — temporizare de reglaj;  $R_{uc}$  — rezistența la uzură electrică;  $f_c$  — frecvența de conectare;  $f_p$  — frecvența de pîlpire;  $D_m, L_m$  — domeniu, limite de măsură; i, î (la contacte) — instantaneu, cu întârziere;  $G$  — gabarit;  $M$  (ca indice) — maxim.

#### 4.1.6. Aparatură de automatizare din compunerea buclelor de reglare

| Aparate primare   | Aparate intermediare             | Aparate secundare                             | Convertor de ieșire                      |
|---|----------------------------------|---|--|
| 1   | 2                                | 3   | 4  |
| <i>Presiune relativă-1, absorbită-2, diferențială-3</i>                   |                                  |   |  |
| 1. FE 1G  | FE100;<br>ELX100,<br>422÷425     | s.ELR, ELX,<br>ELC                            | X902; s.ELA;<br>ESC                      |
| 2. FE 1A  | idem                             | idem  | idem                                     |
| 3. FE 3D  | idem                             | idem  | idem                                     |
| ELF271, ELT370  | —                                | idem  | idem                                     |
| <i>Debit</i>  |                                  |   |  |
| AT36; ID 100<br>FE800   | —<br>FE96                        | —<br>idem                                     | —<br>idem                                |
| <i>Nivel</i>  |                                  |   |  |
| FE 7D; FE 7B  | FE100;<br>ELX100,<br>422÷425     | s.ELR, ELX,<br>ELC, ELI                       | X902; s.ELA;<br>ESC                      |
| SN106, 110, 111, 300  | —                                | —   | ESC                                      |
| <i>Temperatură</i>  |                                  |   |  |
| Termocupluri  | ELT162,<br>ELT163<br>—           | s.ELR, ELX,<br>ELC<br>s. E0 ...               | X902; s.ELA;<br>ESC<br>ESC               |
| Termorezistențe   | ELT162,<br>ELT163<br>—<br>—<br>— | s.ELR, ELX,<br>ELC<br>s.E1 ...<br>X722<br>RPT | X902; s.ELA;<br>ESC<br>ESC<br>ESC<br>ESC |
| Detector cu termistor 2151—2152   | —                                | RSC   | ESC                                      |
| Pirometru   | —                                | s.E5 ...                                      | ESC                                      |
| <i>Umiditatea aerului</i>   |                                  |   |  |
| U21, U22, U23   | —                                | s.E7 ...                                      | ESC                                      |
| D cu T 2911—2914  | —                                | RSC   | ESC                                      |
| <i>Concentrații de SO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>, NaOH, SO<sub>3</sub></i> |                                  |   |  |
| W16   | —                                | s.E9 ...                                      | ESC                                      |
| <i>Conductivitatea apei</i>   |                                  |   |  |
| W44   | ELT730,<br>ELT733                | s.ELR, ELX<br>ELC                             | X902; s.ELA;<br>ESC                      |



| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

*Concentrația ionilor de hidrogen (pH)*

|                    |                   |                    |                     |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| W62 ÷ 64, 622, 632 | ELT630,<br>ELT632 | s.ELR, ELX,<br>ELC | X902; s.ELA;<br>ESC |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|

*Potențial oxidoreducere a soluțiilor (redox)*

|            |        |                    |                     |
|------------|--------|--------------------|---------------------|
| W623, W633 | ELT633 | s.ELR, ELX,<br>ELC | X902; s.ELA;<br>ESC |
|------------|--------|--------------------|---------------------|

*Prezența flăcării*

|               |                              |   |     |
|---------------|------------------------------|---|-----|
| Tijă ionizare | ACT379;<br>ARGUS;            | — |     |
| Cep vizare    | RS70862A<br>SFT168;<br>ARGUS | — | ESC |
|               |                              | — | ESC |

*Proximitate metal*

|          |   |   |     |
|----------|---|---|-----|
| TPR, TPT | — | — | ESC |
|----------|---|---|-----|

*Forță*

|        |          |                    |                     |
|--------|----------|--------------------|---------------------|
| DC, DI | ECB, EBT | s.ELR, ELX,<br>ELC | X902; s.ELA;<br>ESC |
|--------|----------|--------------------|---------------------|

*Turație*

|       |        |                    |                     |
|-------|--------|--------------------|---------------------|
| DT171 | CFC170 | s.ELR, ELX,<br>ELC | X902; s.ELA;<br>ESC |
|       | —      | TR3; PI1           | ESC                 |

Notă. 1. Conținutul coloanelor: *aparataj primar* — detectoare, transductoare de nivel; *aparataj intermediar* — adaptoare, convertoare, surse; *aparataj secundar* — aparatură de panou (indicatoare, înregistratoare, regulatoare); *covertor de ieșire* — aparatură pentru comanda elementelor de execuție (sec — echipamente de semnalizare și comandă, care primesc semnal contact furnizat ca semnal de ieșire de aparatele primare sau secundare).

Adoptarea funcției suplimentare *T* la seriile *E 0 ... 1 ... 5 ... 7 ... 9 ...* în combinație cu *ELX120* sau *ELX1203* permite convertirea semnalului de măsură în semnal unificat și respectiv prelucrarea informației prin aparatele seriilor *ELX, ELC, ELA, X902*.

2. Producția aparatelor este repartizată la: IEA-București, IEPAM-Bîrlad, ITRD-Focșani, IEIA-Ciuj, IAEM-Timișoara.

## 4.2. Transformatoare de măsurat

### 4.2.1. Transformatoare de curent

| Tip- $U_n$ , kV- $I_1/I_{2n}$ , A/A | Clasa precizie |             | n | $S_{2n}$ , VA | $I_1 \times I_{1n}$ |     | $I_2 \times I_{2n}$ |
|-------------------------------------|----------------|-------------|---|---------------|---------------------|-----|---------------------|
|                                     | 2              | 3           |   |               | 5                   | 6   |                     |
| 1                                   |                |             |   | 4             |                     |     |                     |
| CIS-0,5-5÷300/5; 1                  | 5; 1           | <5          |   | 10            | 60                  | 150 |                     |
| CIRS-0,5-5÷300/5                    | 5              | <5          |   | 10            | 60                  | 150 |                     |
| CIRS-10-15÷30; 2×(75÷300)/5         | 0,2/1          | <10/<5      |   | 15/30; 60     | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 0,5/1          | <5/<5       |   | 30/15; 60     | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 0,5/3(D)       | <5/75/(610) |   | 15/30         | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 1/3            | <5/>5       |   | 60/30         | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-10-2×(75; 100; 300)/5          | 0,2/1          | <10/<5      |   | 15/30; 60     | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-20-15÷30; 2×(50÷300)/5         | 0,5/1          | <5/<5       |   | 30/30; 60     | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-20-15÷30; 2×(50; 200)/5        | 0,5/3          | <5/<5       |   | 15/30         | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-20-2×(75; 100; 300)/5          | 0,5D           | <5/>10      |   | 30/30         | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 1/3            | <5/>5       |   | 60/60         | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-35-15÷30; 2×(50÷300)/5         | 0,2/1          | <10/<5      |   | 15/30; 60     | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 0,5/1          | <10/<5      |   | 30/30; 60     | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-35-15÷30; 2×(50; 200)/5        | 0,5/3          | <5/>10      |   | 15/30         | 100                 | 250 |                     |
| CIRS-35-2×(75; 100; 300)/5          | 0,5D           | <5/>5       |   | 30/30         | 100                 | 250 |                     |
|                                     | 1/3            | <5/>5       |   | 60/60         | 100                 | 250 |                     |
| CIT-0,5-300÷3000/5                  | 0,5            | <5/<10      |   | 15÷30         | 60                  | —   |                     |
| CIT-0,5-300÷2000/1                  | 0,5            | <5/<10      |   | 15÷30         | 60                  | —   |                     |
| CIT-0,5-100÷250/5; 1                | 1/3            | <5/<10      |   | 5             | 60                  | —   |                     |
| CIT-0,5tt-100; 250; 300/5/5         | 1/3            | <5/>10      |   | 30/60         | 60                  | —   |                     |

| 1   | 2                    | 3            | 4          | 5   | 6   |
|---|----------------------|--------------|------------|-----|-----|
| CIT-0,5tf-100; 300/5/5                      | 1/3                  | $<5/>10$     | 30/60      | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-1000; 4500/5                      | 1                    | $>10; >30$   | 30/60      | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-1000/5/5                          | 0,5/1                | $<5/>10$     | 30/60      | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-1000/5/5/0,5                      |                      | $<5/>30/>30$ | 30/60/60   | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-400; 800; 1000/5/5/5              | 0,5/1/1              | $<5/>10/>10$ | 30/60/60   | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-600; 630; 1000/1/1/1              | 0,5/1/1              | $<5/>10/>10$ | 30/60/60   | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-100; 250/5                        | 3                    | $\Delta 10$  | 30/60/60   | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-150; 200; 400/5                   | 3                    | $<5$         | —          | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-400; 600/1/1/5                    | —                    | —            | —          | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-500-447/5                         | —                    | —            | —          | 60  | —   |
| CIT-0,5tf-1000-975,5/5                      | —                    | —            | —          | —   | —   |
| CITRti-0,66-1000-3000/5                     | —                    | —            | —          | —   | —   |
| CITRo-0,66-5-750/5                          | —                    | $<5$         | 15-30      | 60  | 150 |
| CIRT-0,5-100-250/5                          | 1                    | $<5$         | 2,5-10     | 60  | 150 |
| CIRT-0,5-300-300/5                          | 0,5                  | $<10$        | 5          | 50  | —   |
| CIRT; CIRTo-0,5 <sub>BC</sub> -5000-10000/5 | 0,5; 10P;<br>10P(5P) | $<5; <10$    | 10; 15; 30 | 60  | —   |
| CIRT; CIRTo-0,5 <sub>BC</sub> -7500-10000/5 | 5P                   | —            | —          | —   | —   |
| CIRT; CIRTo-10 <sub>BC</sub> -5000/5        | 0,5/10P              | —            | —          | —   | —   |
| CIRT; CIRTo-20 <sub>BC</sub> -7500-10000/5  | 10P(5P); 5P          | —            | —          | —   | —   |
| CIRTi-10 <sub>B-AI</sub> -1500-5000/5       | 0,5/10P              | —            | 60(30)     | —   | —   |
| CIRTi-10 <sub>B-Cu</sub> -2000-6000/5       | 0,5/10P              | v, nota 5    | 60(30)     | 100 | 00  |
| CIRTi-20 <sub>B-AI</sub> -1500-2500/5       | 0,5/10P              | v, nota 5    | 30/30      | 100 | 00  |
| CIRTi-20 <sub>B-Cu</sub> -2000-5000/5       | 0,5/10P              | v, nota 5    | 30/30      | 100 | 00  |
| CIRTi-35 <sub>B-AI</sub> -1500/5            | 0,5/10P              | v, nota 5    | 30/30      | 100 | 00  |
| CIRTi-35 <sub>B-Cu</sub> -2000; 2500/5      | 0,5/10P              | v, nota 5    | 30/30      | 100 | 00  |
| CIRTo; CIRToS-10-400-2000/5                 | 0,5/10P              | $<5/>10$     | 15; 30/30  | 100 | 00  |
| CIRTo; CIRToS-20-400-1500/5                 | 0,5/10P              | $<5/>10$     | 15; 30/30  | 100 | 00  |



| 1                                   | 2           | 3      | 4         | 5   | 6  |
|-------------------------------------|-------------|--------|-----------|-----|----|
| CIRTo; CIRToS-35-400 ÷ 1250/5       | 0,5/10P     | <5/≥10 | 15; 30/30 | 100 | 00 |
| CESU-35-15 ÷ 1000/5                 | 0,5/D(10P)  | —      | —         | —   | —  |
| CESU-110-2 × (50; 300; 1250)/5      | 0,5/10P/1   | —      | —         | —   | —  |
| CESU-110-2 × (50 ÷ 300; 1250)/5     | 0,5/10P/10P | —      | —         | —   | —  |
| CEPS-110-2 × (600-300 ÷ 1000-800)/5 | —           | —      | —         | —   | —  |
| CISr-1-5,5/3,5                      | —           | ≥5     | —         | —   | —  |

CIRH-75

v. fig. 4.4

CIRHi-80; 100; 150

v. fig. 4.4

CIRHo-80; 100; 150

v. fig. 4.4

CIH-75-0,5-10

 $R = 1 \Omega$ ; Releu RC-1 - 0,1 A

Notă. 1. Simbolizarea tipurilor: C — transformator de curent; I, E — montaj interior, exterior; P, R, U — izolație de polietilenă, cu rășină, în ulei; S, T — tip: suport, de trecere; 0, i, os, tf — variante de construcție; Sr — cu saturație rapidă; H — pentru componentă homopolară; *prima grupă de cifre* — tensiunea de izolație în kV; BC, B-Al, B-Cu — pentru bare capsulate, de aluminiu, de cupru; *a doua grupă de cifre* — curentul primar/secundar, în A; La transformatoarele de secvență homopolare cifrele indică diametrul maxim al cablului, în mm.

2. Scara curenților: 5-7,5-10-12,5-15-20-30-40-60-75-100-125-150-200-300-400-500-600, -750-1000-1250-1500-2000-3100-4000-5000-7500-10000 A.

3. Utilizare: alimentarea aparatelor de măsură, protecție și semnalizare. Scheme de conectare în fig. 4.3

4. Furnizori: întreprinderea ELECTROPUTERE — Craiova.

5. Tipul CIRTi are coeficientul de saturație dat în diagrama  $n = f(I_p)$  din catalogul produsului.

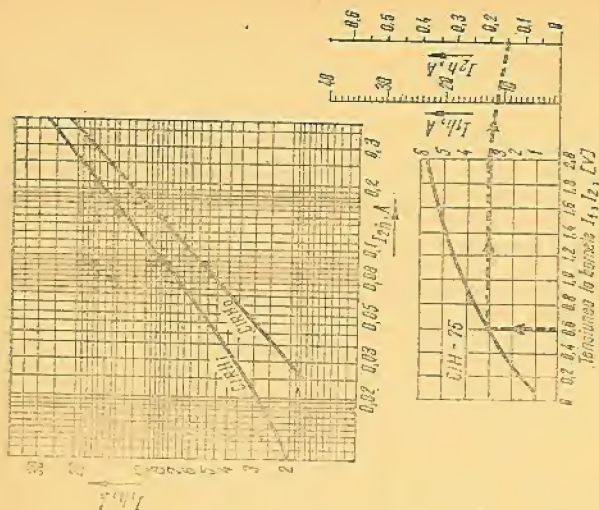


Fig. 4.4. Diagrame pentru determinarea curentului de pornire  $I_2$  al reului de curent funcție de sensibilitatea protecției  $I_1$  a transformatoarelor de curent homopolar.

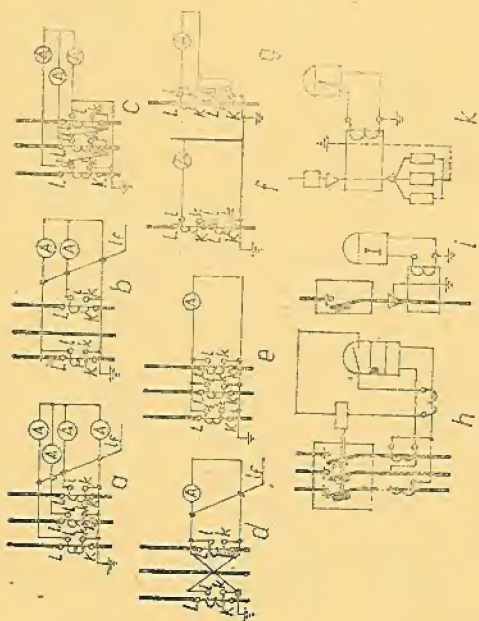


Fig. 4.3. Scheme electrice de conectare a transformatoarelor de curent:

a — stea completă; b — stea incompletă; c — triunghi-ster; d — diferențială; e — filtru de secvență homopolară; f — serie; g — paralel; h — transformator cu saturație rapidă; i — transformator de secvență homopolară — protecție cablu; j — idem, receptor; k —

### 4.2.2. Transformatoare de tensiune

| Tipul | $U_{n1}$<br>kV  | $U_{n2}$<br>kV     | Con-<br>strucție | Clasă precizie/ $S_{2n}$ , în VA |           |
|-------|-----------------|--------------------|------------------|----------------------------------|-----------|
|       |                 |                    |                  | Măsură                           | Protecție |
| 1     | 2               | 3                  | 4                | 5                                | 6         |
| TIRMO | $1/\sqrt{3}$    | $0,1/\sqrt{3}$     | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $3/\sqrt{3}$    | $0,1/3$            | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $4/\sqrt{3}$    | $0,1/\sqrt{3}$     | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $5/\sqrt{3}$    | $0,1/3$            | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $6/\sqrt{3}$    | $0,1/\sqrt{3}$     | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1/3$            | G10              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $6,3/\sqrt{3}$  | $0,11/0,22$        | G20              | 0,5/30; 1/50                     | 6P/60     |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/60     |
|       |                 | $0,1/3$            |                  |                                  |           |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1/0,2$          | G20              | 0,5/60; 1/120                    | 3P/100    |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1$              | G20              | —                                | 3P/800    |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,3/100; 1/200                   | 3P/200    |
|       |                 | $0,2/3$            |                  |                                  |           |
| TIRMO | $10/\sqrt{3}$   | $0,1/0,1$          | G20              | —                                | —         |
| TIRMO | $10,5/\sqrt{3}$ | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/60     |
|       |                 | $0,1/3$            |                  |                                  |           |
| TIRMO | $10,5/\sqrt{3}$ | $0,1/0,1/3$        | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/60     |
| TIRMO | $11/\sqrt{3}$   | $0,11/3$           | G20              | 0,5/100; 1/200                   | —         |
| TIRMO | $11/\sqrt{3}$   | $0,11/0,22$        | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/60     |
| TIRMO | $15/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/60     |
|       |                 | $0,2/3$            |                  |                                  |           |
| TIRMO | $15/3\sqrt{3}$  | $0,1$              | G20              | —                                | 3P/800    |
| TIRMO | $15/\sqrt{3}$   | $0,1/0,2$          | G20              | 0,5/60; 1/120                    | 3P/100    |
| TIRMO | $15/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}/0,1$ | G20              | 0,5/100; 1/200                   | 3P/100    |
| TIRMO | $20/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,5/100                          | 6P/120    |
|       |                 | $0,1/3$            |                  |                                  |           |
| TIRMO | $25/\sqrt{3}$   | $0,1/\sqrt{3}$     | G20              | 0,5/100                          | 6P/120    |
|       |                 | $0,1/3$            |                  |                                  |           |
| TIRBO | 3               | 0,100              | G10              | 0,5/30; 1/50                     | —         |
| TIRBO | 4               | 0,100              | G10              | 0,5/30                           | —         |
| TIRBO | 5               | 0,100              | G10              | 0,5/30                           | —         |
| TIRBO | 6               | 0,100              | G10              | 0,5/30                           | —         |
| TIRBO | 6,6             | 0,100              | G10              | 0,5/30                           | —         |
| TIRBO | 10              | 0,100              | G10              | 0,5/30                           | —         |
| TIRBO | 11              | 0,050              | G10              | 0,5/100                          | 3P/400    |
| TIRBO | 11              | 0,050              | G20              | 0,5/100                          | 3P/400    |



| 1                 | 2              | 3                       | 4   | 5                     | 6      |
|-------------------|----------------|-------------------------|-----|-----------------------|--------|
| TIRBO             | 15             | 0,050                   | G20 | 0,5/100               | 3P/400 |
| TIRBO             | 20             | 0,100                   | G20 | 0,5/200               | 3P/600 |
| TIRBO             | 25             | 0,100                   | G35 | 0,5/200               | 3P/900 |
| TIRBO             | 35             | 0,100                   | G35 | 0,5/200               | 3P/900 |
| TEMU              | $20/\sqrt{3}$  | $0,1/\sqrt{3}$          | —   | 0,5/90; 1/180; 3/300  | 3P/60  |
| TEMU              | $25/\sqrt{3}$  | 0,1/3                   | —   | 0,5/90; 1/180; 3/300  | 3P/60  |
| TEMU <sup>a</sup> | $35/\sqrt{3}$  | idem                    | —   | 0,5/90; 1/180; 3/300  | 3P/60  |
| TEMU <sup>a</sup> | $110/\sqrt{3}$ | $0,1/\sqrt{3}/0,1$      | —   | 0,5/300; 1/600; 3/900 | 3P/120 |
| TEBU              | 20             | 0,1                     | —   | 0,5/80; 1/180; 3/300  | 3P/60  |
| TEBU              | 25             | 0,1                     | —   | 0,5/90; 1/180; 3/300  | 3P/60  |
| TEBU              | 35             | 0,1                     | —   | 0,5/90; 1/180; 3/300  | 2P/60  |
| TECU              | 110            | $2 \times 0,1/\sqrt{3}$ | —   | 0,5/2 $\times$ 100    | 3P/120 |
|                   |                | $0,1/\sqrt{3}/0,1$      |     |                       |        |

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului:  $U_{n1}$ ,  $U_{n2}$  — tensiunea nominală primară, secundară;  $S_{2n}$  — puterea nominală secundară. Simbolizarea tipurilor: T — transformator de tensiune; I, E — de interior, exterior; C — tip capsulat; R, U — cu izolație rășină de turnare, în ulei; M — monofazat; B — bifazat; O — variantă construcție; grup cifre — tensiunea nominală primară/secundară, în kV; G10; 20; 35 — gabaritul de execuție.

2. Tipurile TEMU-35; 110 se fac cu linie de fugă: normală 1,6 kV, mărită 2,1 kV, foarte mărită 2,9 kV.

3. Utilizare: v. § 4.2.1. — nota 3. Idem furnizor — nota 4.

4. Schemele de conexiuni posibile ale transformatoarelor de tensiune sînt arătate în fig. 10.3.

### 4.3. Aparat electric de măsurat

#### 4.3.1. Aparat electric de măsurat de tablou

| Tipul | CP | Domeniul de măsurare | Gabaritul, mm |
|-------|----|----------------------|---------------|
| 1     | 2  | 3                    | 4             |

*Aparate magnetoelectrice pentru c.c.*

|      |     |   |                             |
|------|-----|---|-----------------------------|
| M9   | 1,5 | $d - 100 \mu A \div 25 A, 1 \div 1600 V$ ; se — | $72 \times 72 \times 68$    |
| M11  | 1,5 | $10 A \div 2,5 kA$                              | $144 \times 144 \times 105$ |
| M996 | 1,5 | idem  | $96 \times 96 \times 78$    |

| 1   | 2   | 3   | 4  |
|---|-----|---|--|
| 1MH96                                       | 1,5 | $d - 100 \mu A$ . La cerere - alte $D_m$  | $96 \times 96 \times 73$                               |
| M52   | 1,5 | $d - 1 \div 600 \text{ mA}$ , $1 \div 15 \text{ A}$ ,   | $100 \times 100 \times 125$                            |
| M53   | 1,5 | $1,6 \div 600 \text{ V}$ ; $\text{se} - 25 \div 1500 \text{ A}$   | $120 \times 120 \times 125$                            |
| M541  | 1,5 | idem  | $80 \times 80 \times 125$                              |
| M58   | 1,5 | $d - 1 \div 600 \text{ mA}$ (în automatizări)   | $120 \times 120 \times 125$                            |
| M592  | 2,5 | $d - 50 \div 500 \mu A$ . La cerere - alt $D_m$   | $63 \times 63 \times 43$                               |
| 1MC72                                       | 1,5 | $d - 1 \div 600 \text{ mA}$ , $1 \div 15 \text{ A}$ , $1,5 \div 600 \text{ V}$ ; $\text{se} - 25 \div 1500 \text{ A}$   | $72 \times 72 \times 78$                               |
| 1MD85                                       | 1,5 | $d - 100 \mu A \div 1 \text{ mA}$ . La cerere, alt $D_m$  | $85 \times 72 \times 54$                               |
| 1MD120                                      | 1,5 | $d - 100 \mu A \div 1 \text{ mA}$ . La cerere, alt $D_m$  | $121 \times 102 \times 43$                             |
| 1MD135.1                                    | 2,5 | $d - 100 \div 600 \mu A$ , $1 \div 15 \text{ mA}$ , $1 \div 600 \text{ V}$ ; $\text{si} - 15 \div 25 \text{ mA}$ ; $\text{se} - 25 \div 60 \text{ A}$   | $135 \times 110 \times 61$                             |
| 1MD135.2                                    | 1,5 |   |  |
| 44L2  | 1,5 | $d - 1 \div 15 \mu A$ , $25 \div 600 \text{ mA}$ , $1 \div 600 \text{ V}$ ; $\text{si} - 25 \div 600 \text{ mA}$ , $1 \div 6 \text{ A}$ ; $\text{se} - 10 \div 1500 \text{ A}$  | $135 \times 110 \times 61$                             |
| 2MQ72                                       | 2,5 | $0 \div 2 \text{ M}\Omega$ (cu bloc adițional 2B72)   | $96 \times 96 \times 80$<br>$72 \times 72 \times 67,5$ |
| <i>Aparate magnetoelectrice pentru c.a.</i> |     |   |  |
| 1MH120                                      | 2,5 | $t_c - 0 \div 5 \text{ A}$ ; $t_t - 0 \div 100 \text{ V}$   | $120 \times 120 \times 100$                            |
| 44L1  | 1,5 | $44 \div 55 \text{ Hz}$ , $55 \div 65 \text{ Hz}$ , $450 \div 550 \text{ Hz}$   | $96 \times 96 \times 80$                               |
| <i>Aparate feromagnetice pentru c.a.</i>    |     |   |  |
| 1EQ144                                      | 1,5 | $d - 0,6 \div 250 \text{ A}$ , $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$   | $144 \times 144 \times 79$                             |
| 1EQ96                                       | 1,5 | $d - 0,6 \div 100 \text{ A}$ , $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$   | $96 \times 96 \times 73$                               |
| EQ72  | 1,5 | $d - 0,6 \div 60 \text{ A}$ ; $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$  | $72 \times 72 \times 57$                               |
| E52   | 1,5 | $t_c - 0 \div 1200 \text{ A}$ ; $t_t - 0 \div 30$ ; $120 \text{ V}$   | $100 \times 100 \times 125$                            |
| E53   | 1,5 | $d - 0,6 \div 60 \text{ A}$ ; $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$  | $120 \times 120 \times 125$                            |
| E54   | 1,5 | $d - 0,6 \div 60 \text{ A}$ ; $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$  | $80 \div 80 \div 125$                                  |
| E541  | 1,5 | $d - 0,6 \div 60 \text{ A}$ ; $6 \div 600 \text{ V}$ ; $t_c$ ; $t_t$  | $100 \times 100 \times 125$                            |
| D4  | 2,5 | $d - 3 \times 220 \text{ V}/6\text{A}-2,5\text{kW}(\text{kvar})$ ,<br>$3 \times 380\text{V}/6\text{A}-4\text{kW}(\text{kvar})$ ; $3 \times 220\text{V}/$<br>$t_c-5 \div 2000\text{A}/1$ ; $5\text{A}-2 \div 800\text{kW}(\text{kvar})$<br>$3 \times 380\text{V}/t_c-5 \div 1000\text{A}/1$ ; $5\text{A}-3,5 \div$<br>$700\text{kW}(\text{kvar})$ ; $t_t-0,5 \div 400\text{kV}/100\text{V}$ ;<br>$t_c-5 \div 10000\text{A}/1$ ; $5\text{A}-2 \div 900\text{kW}$<br>(kvar), $1 \div 1500 \text{ MW}(\text{Mvar})$ | $144 \times 144 \times 115$                            |

*Alte aparate de tablou*

2Fv-72 - Frecvențmetru: CP - 0,5;  $D_m - 48 \div 52 \text{ Hz}$ ; G - 72 mm  
 $\times 72 \times 82 \text{ mm}$ .

*Cosfimetru cu traductor electronic compus din:*

- aparat indicator magnetoelectric tip M9, 10, 11; MQ96; MC72;  
M52, 53, 54; AI72, 96, 144, 192; MP42; 64; AID; 44L2; MD85, 120,  
135; MK63;

— traductor de putere tip TPM-790  $D_m$  — cod, 0,5c ÷ 1 ÷ 0,5i — 5, 0,8c ÷ 1 ÷ 0,3i — 8, 0,9c ÷ 1 ÷ 0,5i — 9;  $U_n$ , V — cod, 110 — 3, 220 — 6;  $I_n$ , A — cod, 0,5 — 1, 1 — 2, 5 — 3,  $f_i$  — 45 ÷ 65 Hz;  $D_{wi}$  — 20 ÷ 120%;  $S_{i1}$  — max. 0,25 VA;  $S_e$ , mA — cod, 1 ÷ 5 — 01, 2 ÷ 10 — 02, 4 ÷ 20 — 03, 0 ÷ 5 — 04, 0 ÷ 10 — 05,  $\pm 0$  ÷ 20 — 06,  $-5$  ÷ 5 — 07,  $-10$  ÷ 10 — 08; CP — 1;  $U_a$ , V — cod, 24 — 1, 220 — 2;  $S_a$  — max. 6 VA;  $G$  — 70 × 148 × 117 mm;  $M$  — 1 kg; grad protecție — IP50 (borne IP20).

Notă. 1. Simbolizare: CP — clasă de precizie;  $d$  — prin conectare directă;  $se$ ,  $si$  — prin șunt exterior, interior;  $tc$  — prin transformator de curent  $I_1/1,5$  A;  $tt$  — transformator de tensiune  $U_1/100$  V;  $D_m$ ,  $D_{wi}$  — domeniul de măsură, util pentru intrări;  $S_{i1}$  — semnal intrare pentru o intrare;  $S_a$ ,  $G$ ,  $M$  — v. § 4.1.5. — nota.

2. Șunturile intersanjabile care se conectează la ampermetrele magnetoelectrice de tablou de c.c. sint de 75 mV, clasa de precizie 0,5%;  $I_n$ , A nespecificat mai jos: 15, 25, 200; gabarit, borne:

| $I_n$ , A | Gabaritul, mm | Borne | $I_n$ , A | Gabaritul, mm    | Borne |
|-----------|---------------|-------|-----------|------------------|-------|
| 10 ÷ 40   | 25 × 25 × 120 | M5    | 400       | 85 × 40 × 135    | M16   |
| 60        | 37 × 25 × 120 | M8    | 600       | 90 × 60 × 165    | M20   |
| 100       | 37 × 35 × 135 | M10   | 1000      | 85 × 10 × 0 × 65 | M16   |
| 150 ÷ 250 | 58 × 35 × 135 | M12   | 1500      | 90 × 100 × 180   | M20   |

3. Pentru comutarea ampermetrelor și voltmetrelor pentru măsurători pe diferite circuite se utilizează comutatoarele cu came C16 — Electrocontact — Botoșani, tip-cod:

— CV1-1191, CV2-1192, CV3-1193, CV4-1194, CV5-1195, CV6-1196, CV7-1197, CV8-1198;

— CA1-9890, CA2-9891, CA3-9892, CA4-9893, CA5-98954,.

4. Conectarea aparatelor din tabel se face conform fig. 4.5—4.9.

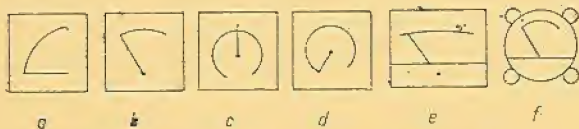


Fig. 4.5. Cadranele aparatelor de măsurare:

a — M9; 10, 11-MQ72; 96; 144-D4; b — M96; 120; c — M52; 53; 54; 541-1MC73-1MD83; 120; 135-44L1; 2, f — M592.



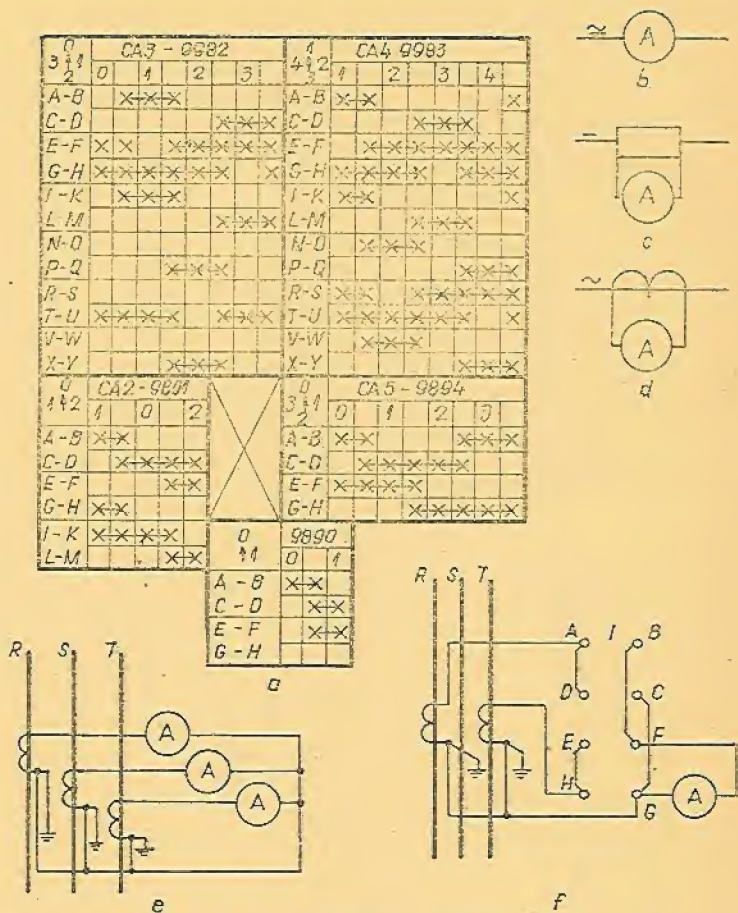


Fig. 4.6. Conectarea ampermetrelor:

a - diagramele comutatoarelor ampermetrice (v. § 4.3.1 - nota 3; conectarea ampermetrelor: e - prin șunt, (v. § 4.3.1 - b - direct, nota 2); d - pe o fază, prin transformator de curent; e - trifazat, prin transformator de curent; f - pe două faze, prin transformator de curent cu un ampermetru cu comutator.



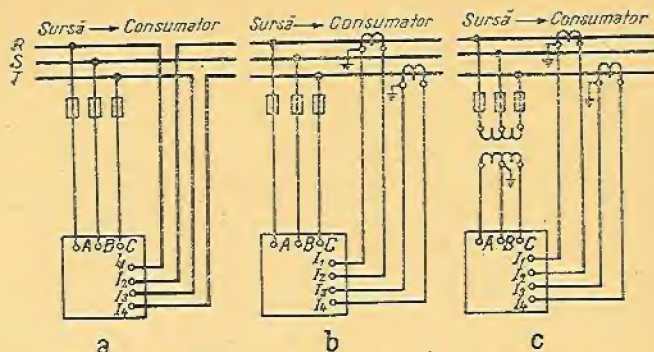


Fig. 4.8. Conectarea wattmetrelor și varmetrelor:

a — directă; b — directă pentru circuitele de tensiune și prin transformator de măsură pentru circuitele de curent; c — prin transformatoare de tensiune și de curent.

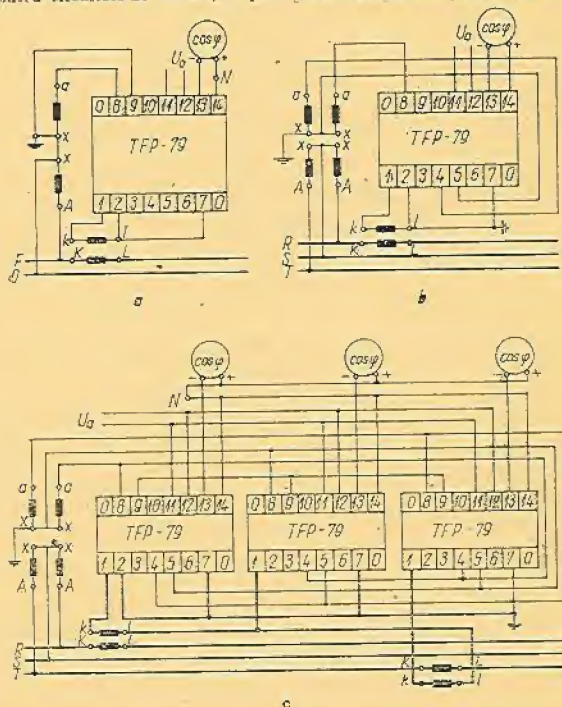


Fig. 4.9. Conectarea cosfinetrelor de tablou cu traductoare electronice pentru cureni mai mari de 5 A:

a — în rețea monofazată; b — în rețea simetric încărcată; c — idem, dezechilibrată.



## 4.3.2. Aparate pentru măsurarea energiei electrice

| Tipul | $U_n$ , V | $I_b$ , $I_M$ , A | S. sarcină,<br>% | CP | Consumul<br>$U/I$ , VA | Gabaritul<br>maxim, mm |
|-------|-----------|-------------------|------------------|----|------------------------|------------------------|
| 1     | 2         | 3                 | 4                | 5  | 6                      | 7                      |

## Contoare monofazate de energie activă

|       |               |             |     |   |       |             |
|-------|---------------|-------------|-----|---|-------|-------------|
| 1CM4A | 110; 220      | 2,5; 5; 10; | 200 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |
| 10CM4 | 125; 127      | 15; 20;     | 300 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |
| 3CM4  | 220; 230; 240 | 25/50       | 400 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |
| 5CM4  | 127; 220      | 2,5÷25/50   | 200 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |
| 6CM4  | 110; 120      | 2,5÷25/100  | 300 | 2 | 8/2,5 | 143×195×128 |
| 7CM4  | 125; 127      | 2,5÷25/50   | 400 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |
| 1CM5  | 220; 230; 240 | 2,5÷25/50   | 500 | 2 | 8/2,5 | 123×211×116 |

## Contoare trifazate de energie activă CA și reactivă CR cu simplă înregistrare

|          |            |            |      |     |       |             |
|----------|------------|------------|------|-----|-------|-------------|
| T-2CA32  | 3×100; 380 | 5÷20; 1; 5 | 125  | 2   | 6/2,5 | 183×326×142 |
| T-2CR32  | 3×100; 380 | 5÷20; 1; 5 | 200  | 2,5 | 6/5   | 183×326×142 |
| T-2CA32P | 3×100      | 1; 5       | 300  | 1   | 4,5/4 | 183×326×142 |
| T-2CR32P | 3×100      | 1; 5       | 400  | 1   | 4,5/4 | 183×326×142 |
| T-2CA43  | 3×220/380  | 5÷50; 1; 5 | 125  | 2   | 6/2,5 | 183×326×142 |
| T-CR43   | 3×380      | 5÷30; 1; 5 | 200÷ | 2,5 | 6/4   | 183×326×142 |
| T-2CA43P | 3×220/380  | 5          | ÷400 | 1   | 6/5   | 183×326×142 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|---|---|

## Contoare trifazate cu dublu tarif și ceas de comutare

|                 |  |      |      |      |            |                 |
|-----------------|--|------|------|------|------------|-----------------|
| 1CA2IMDT + ceas | 3 × 100; 380                             | 1; 5 | idem | 1; 2 | 6/2,5      | 207 × 400 × 160 |
| CPAzz           | 220                                      | —    | —    | —    | 5,4 + 3,7W | 90 × 158 × 81   |
| BMT             | contor T-2CA32(43) + ceas CPAzz + suport |      |      |      |            | 355 × 365 × 192 |

## Contoare cu generator de impulsuri și teletotalizator

|                   |           |           |      |      |        |                 |
|-------------------|-----------|-----------|------|------|--------|-----------------|
| 2T-2CA32GI + 2TT6 | 3 × 100   | 5         | idem | 1; 2 | max. 1 | 183 × 326 × 142 |
|                   | 100       | 6 intrări | —    | —    | 3,7    | 330 × 260 × 185 |
| 3T-2CA32GI        | v. nota 2 | 5         | idem | 1; 2 | max. 1 | 183 × 326 × 142 |
| 4T-2CA32GI        | 3 × 100   | 5         | idem | 1; 2 | max. 1 | 183 × 326 × 142 |

Notă. 1. Simbolizări neevidente:  $I_b/I_M$  — curentul de bază/maxim; CP — clasa de precizie; U/I — circuit de curent/auxiliar; 2IMDT — cu 2 indicatoare de maximum și dublu tarif.

2. Pentru  $U_n = 3 \times 100$  V și  $I_b = 1; 5$  A conectare prin transformatoare de măsură. Tipul 3T-2CA32GI pentru 110 ... 6/0,1 kV în 12 variante A...B.

3. În fig. 4.10 se dau schemele de conectarea contoarelor din tabelul de mai sus.

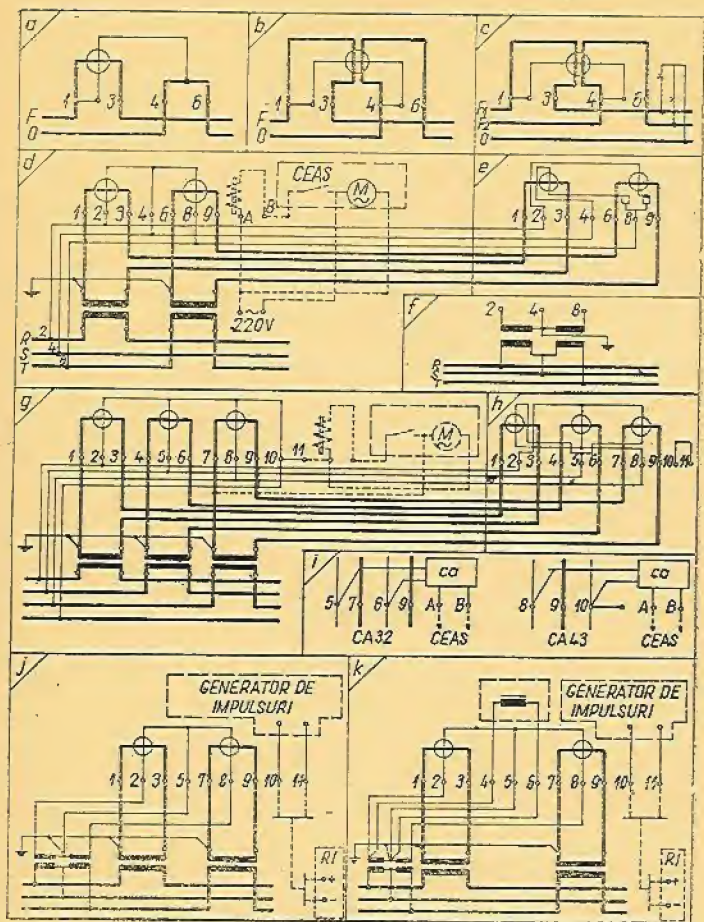


Fig. 4.10. Conectarea contoarelor:

a - 1, 3, 5, 6, 10CM4, 1CM5; b și c - 7CM4 d - T2-CA32 (linie plină) și BMT (linie plină și punctată) prin transformatoare de curent; e - T2-CR32 prin transformatoare de curent; f - împreună cu d și e - conectarea circuitelor de tensiune prin transformatoare de măsură; g - T2-CA43 (linie plină) și BMT (linie plină și punctată) prin transformatoare de curent; h - T2-CR43 - idem; i - 1CA2IMDT (s-au marcat numai bornele contoarelor pentru înțelegerea racordării CA - circuitelor auxiliare); j - 2T-2CA32GI (RI - receptor de impulsuri); k - 3T-2CA32GI.



# 4.8.8. Aparae electrice pentru măsurarea mărimilor neelectrice

| Tipul  | Domeniul de măsurare — scară          | CP  | M, kg | Gabaritul, mm  |
|--|---------------------------------------|-----|-------|----------------|
|  | 2                                     | 3   | 4     | 5              |
| <i>Miliampmetre și voltmetre magnetoelectrice indicatoare pentru semnal unificat (% , O, Q, L, pH, P etc.)</i> |                                       |     |       |                |
| M10  | 100 $\mu$ A — 90° — 46 mm             | 1,5 | 0,09  | 48 × 48 × 46   |
| M62  | 0 ÷ 10; 2 ÷ 10 mA — 30° — 75 mm       | 1,5 | 0,70  | 70 × 155 × 165 |
| 1MK-63   | 0,1 ÷ 0,5 V — 85° — 45 mm             | 2,5 | 0,13  | ø63,5 × 52     |
| 2MQ-48   | v. nota 2 — 90° — 28/26 mm            | 2,5 | 0,11  | 48 × 48 × 90   |
| 2MQT-96  | 0 ÷ 2500 rot/min — 240° — 135 mm      | 1,5 | 0,40  | 96 × 95 × 85   |
| 2MKT-80  | 0 ÷ 3000 rot/min — 240°               | 1,5 | 0,50  | ø80 × 12p      |
| 1MP 42   | 2 ÷ 10 mA — 40° — 39 mm               | 2,5 | 0,10  | 42 × 16 × 28   |
| 1MP 64   | 45 $\mu$ A — 40° — 48 mm              | 2,5 | 0,13  | 64 × 31 × 89   |
| AID  | I/Q — 100%; 1I/50-0-50% — 60° — 63 mm | 2,5 | 0,30  | 53 × 80 × 105  |
| <i>Aparate indicatoare de profil</i>   |                                       |     |       |                |
| M1 72  | 10 mV, 3 $\Omega$ /mV — 45° — 50 mm   | 1,5 | 0,60  | 72 × 36 × 102  |
| M1 96  | 10 mV, 8 $\Omega$ /mV — 47,5° — 64 mm | 1,5 | 0,60  | 96 × 48 × 116  |
| M1 144   | 8 mV, 10 $\Omega$ /mV — 60° — 100 mm  | 1,5 | 2,50  | 144 × 72 × 172 |
| M1 192   | 8 mV, 12 $\Omega$ /mV — 45° — 125 mm  | 1,5 | 3,50  | 192 × 96 × 233 |
| AI 72  | 5, 10, 20 mA cu zero mecanic          | 1,5 | 0,60  | 72 × 36 × 102  |
| AI 96  | decalat sau nedecalat                 | 1,5 | 0,60  | 96 × 48 × 116  |
| AI 144   | 5, 10, 20 mA cu zero mecanic          | 1,5 | 2,50  | 144 × 72 × 172 |
| AI 192   | decalat sau nedecalat                 | 1,5 | 3,50  | 192 × 96 × 233 |
| LI 72  | 20 mA, 6 sau 24 V — 45° — 50 mm       | 1,5 | 0,60  | 72 × 36 × 102  |
| LI 96  | 20 mA, 6 sau 24 V — 57,5° — 64 mm     | 1,5 | 0,60  | 96 × 48 × 116  |
| LI 144   | 20 mA, 6 sau 24 V — 60° — 100 mm      | 1,5 | 2,50  | 144 × 72 × 172 |
| LI 192   | 20 mA, 6 sau 24 V — 45° — 125 mm      | 1,5 | 3,50  | 192 × 96 × 233 |

| 1                         | 2  | 3 | 4    | 5              |
|---------------------------|--|---|------|----------------|
| <i>Aparate reglatoare</i> |  |   |      |                |
| MR 192                    | Prin înțelegere furnizor-beneficiar            | 1 | —    | 192 × 96 × 265 |
| LR 192                    | Prin înțelegere furnizor-beneficiar            | 1 | —    | 192 × 96 × 265 |
| AR 192                    | 0 ÷ 20, 10, 5 mA; 1 ÷ 5; 2 ÷ 10; 4 ÷ 20 mA     | 1 | 3,50 | 192 × 96 × 265 |
| MRN 192                   | 5 ÷ 0 ÷ 5 mA                                   | 1 | —    | 192 × 96 × 265 |
| IRT 96                    | S <sub>e</sub> — 2 ÷ 10; 2 ÷ 20 mA (v. nota 4) | 1 | —    | 192 × 96 × 265 |

Notă. 1. Împreună cu traductoarele corespunzătoare indică sau reglează mărimi neelectrice ca: 0 — temperatură,  $P$  — presiune,  $Q$  — debit,  $L$  — lungimi, nivel,  $pH$  etc.

2. Aparatul dublu indicator 2MQ-48 are 2 mecanisme de măsurare independente; variante și domenii de măsură:

| Mec. I           | A1                   | A2 | A3 | A4                   | A5                     | A6              | A7        | A8      | A9       |
|------------------|----------------------|----|----|----------------------|------------------------|-----------------|-----------|---------|----------|
| Mec. II          | —                    | —  | —  | —                    | B5                     | B1              | B2        | B3      | B4       |
| $D$              | —20 ÷ 0 ÷ 20 $\mu A$ | —  | —  | —50 ÷ 0 ÷ 50 $\mu A$ | —300 ÷ 0 ÷ 300 $\mu A$ | 0 ÷ 600 $\mu A$ | 0 ÷ 20 mA | 0 ÷ 3 V | 0 ÷ 10 V |
| $R$ , k $\Omega$ | 6                    | 13 | 50 | 2                    | 0,325                  | 0,325           | 0,075     | 0,01 V  | 0,01 V   |

3. Milivoltmetrele reglatoare MR192 cuplate cu reacțiile electronice tip RMC-3; 4 realizează un regulator  $PI$  — proporțional-integral.

4. Regulatorul electronic IRT-96 este destinat reglărilor de temperatură; pentru alte mărimi neelectrice poate fi utilizat numai după convertirea acestora în semnal unificat sau în variație de rezistență.

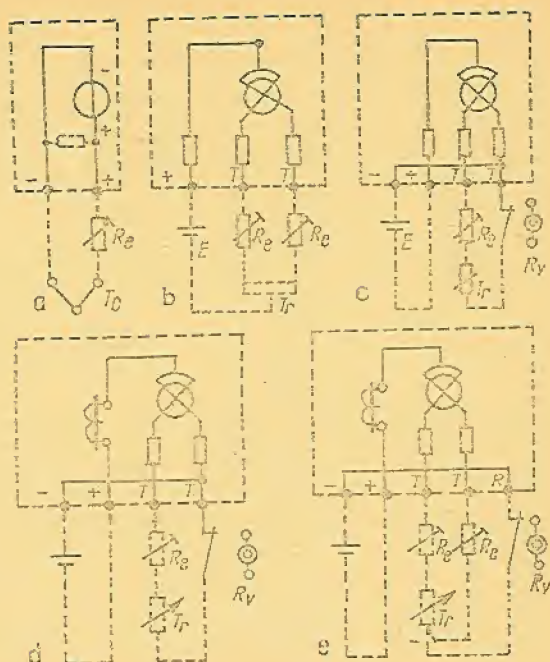


Fig. 4.11. Exemple de conectarea aparatelor electrice de măsurat mărimi neelectrice:

a — tip MI; b — tip LI-72p, 96p cu 3 fire; c — idem, cu 2 fire  
 $R$  — rezistență de linie,  $R$  — rezistență de verificare,  $T$  — termo-rezistență).

#### 4.3.4. Aparate și instalații pentru încercări și verificări electrice

| Denumirea — tipul                                | Datele principale   |
|--|---|
| 1  | 1   |
| Ampermetru portabil de curent alternativ — AP-5  | Variante: 51 — 0,2/1 A; 52 — 1/5 A; 53 — 5/20 A; CP — 1; M = 1,6 kg; G — 183 × 167 × 82 mm        |
| Voltmetru portabil de curent alternativ — VP-VP5 | Variante: 51 — 30/75 V; 52 — 150/300 V; 53 — 300/600 V; CP — 1; M = 1,6 kg; G — 183 × 157 × 82 mm |



| 1   | 2  |
|---|--|
| Voltmetru portabil de c.a. — <i>VAP-5</i>   | $U_n = 100, 200, 380 \text{ V}$ ; scară ( $U_n = 100 \text{ V}$ ) — $0,5 \div 400 \text{ V}$ ; <i>CP, M, G</i> — v. VP-5   |
| Voltmetru cu scară dilatăta — <i>VSD</i>  | $U_n = 100, 200, 380 \text{ V}$ ; $D_m = 0,5 \div 400 \text{ V}$ ; <i>CP</i> — 1; <i>M</i> = 1,6 kg; <i>G</i> — $144 \times 144 \times 107 \text{ mm}$   |
| Indicator de continuitatea circuitelor ICC-4  | $D_m = 50\,000 \, \Omega$ ; <i>M</i> — 230 g; <i>G</i> — $85 \times 72 \times 54 \text{ mm}$ . Poziție orizontală de funcționare   |
| Megohmmetru tranzistorizat — <i>MT</i> (portabil)   | <i>CP</i> — 2,5; $D_m$ — MT50/10 — $0,5 \div 100 \text{ M}\Omega$ — 500; 1 000 V; MT25 — $0 \div 2\,000 \text{ M}$ — 2 500 V; <i>M</i> = 2,2 kg; <i>G</i> — $150 \times 230 \times 120 \text{ mm}$   |
| Dispozitiv pentru reglarea tensiunii — <i>ATR</i> (în inst. fixe, mobile)                       | $U_r = 0 \div 250 \text{ V}$ , 50 Hz; $I_M = 50 \text{ A}$ ; $U_a = 220 \text{ V}$ , 50 Hz; acționare manuală electrică; <i>M</i> — 60/80 kg; <i>G</i> — $260 \times 340 \times 720 \text{ mm}$ /340 × 340 × 720 mm  |
| Instalație pentru arderea defectelor în cablu JT — <i>TAD-10</i>                                | $P_n/P_t = 10/40 \text{ kVA}$ ; $U_a/U_1 = 220 \text{ V}/7$ ; 14 kV; $I_{2\infty} = 2$ ; 1 A; $I_{2s} = 8$ ; 4 A; <i>M</i> = 90 kg; ( $P_t$ — de scurtă durată; pauză — 60 min)  |
| Instalație pentru arderea defectelor în cablu JT de c.a. — <i>TD-2</i>                          | $P_n/P_t = 5/20 \text{ kVA}$ ; $U_a/U_1 = 220 \text{ V}/0,5$ ; 1; 2 kV; $I_{2\infty} = 10$ ; 5, 2,5 A; $I_{2s} = 40$ ; 20; 10 A; <i>M</i> = 50 kg  |
| Trusă pentru încercarea cablurilor TIC — 60 kV și descărcătoarelor TIC-DRV                      | $U_a = 220 \text{ V}$ ; $U_t = 60 \text{ kV c.c.}$ , 42 kV c.a.; $S_a = 880 \text{ VA}$ ; <i>G</i> — transformator IT — $427 \times 242 \times 333 \text{ mm}$ , pupitru — $465 \times 280 \times 2980 \times 195 \text{ mm}$ , redresor IT — $\varnothing 145 \times 500 \text{ mm}$ , ștangă — 500 mm; <i>M</i> = $46 + 14 + 9 + 0,7 \text{ kg}$ |
| Generator de impulsuri pentru detectarea defectelor în cabluri cu metoda acustică — <i>GIDC</i> | (2 baterii condensatoare 1 $\mu\text{F}$ , 20 kV c.c. + rezistență de limitare curent încărcare condensatoare + eclator + ștangă pp + ștangă acționare eclator; $U_a/G = 20/2$ ; 40/0,5 kV/ $\mu\text{F}$ )  |
| Decalor monofazat de unghi — <i>DMU</i>   | (Verificare relee de distanță, direcționale etc.); $U_a = 3 \times 100, 110, 220, 380 \text{ V}$ , $\sigma_r = 0 \div 360^\circ$ ; <i>M</i> = 15 kg; <i>G</i> — $360 \times 275 \times 244 \text{ mm}$   |
| Trusă de curent — <i>TC-12</i> (transformator monofazat cu prize + tc)                          | (Încercare relee primare și alte aparate cu $I_M = 1\,200 \text{ A}$ ); $U_a = 220 \text{ V c.a.}$ ; $I_r = 100, 200, 300, 400, 600, 1\,200 \text{ A}$ ; <i>M</i> g  |
| Trusă de curent și tensiune — <i>TCT-2</i>  | $U_a = 220 \text{ V c.a.}$ ; $I_r = 5, 10, 20 \text{ A}$ ; $U_r = 110, 220, 440 \text{ V}$ ; <i>M</i> = 20 kg; <i>G</i> — $400 \times 200 \times 300 \text{ mm}$   |

| 1  | 2  |
|--|--|
| Trusă pentru încercarea izolației — TCS-2  | $U_s = 0 \div 2$ kV; ardere defect $I_M = 100$ mA; $U_a = 220$ V; $M = 20$ kg; $G - 403 \times 215 \times 400$ mm  |
| Trusă pentru măsurarea rezistenței prizelor de de pământ — APP-3   | $D_m$ (comutabil) 1, 10, 100, 1 000; $M -$ trusă — 4,3 kg, rastel — 10 kg; $G - (145 \times 245 \times 195) + (780 \times 150 \times 100)$ mm  |
| Grup de frecvență 150 Hz — GFM (verificarea izolație transformatoare tensiune inductivă $6 \div 110$ kV) | $U_a = 3 \times 380/220$ V c.a.; $I_{am} = 12$ A; $U_{2r} = 0 \div 380$ V, $f_2 = 136 \div 144$ Hz; $I_{2M} = 20$ A; $M -$ motor-generator — 115 kg, pupitru c — dă — 41 kg, cordoane legături — 5 kg; $G - (103 \times 365 \times 586) + (805 \times 285 \times 375)$ mm + $(4 \div 5)$ m       |
| Trusă de curent 2 000 A cu raport multiplu — TCRM (verificarea $k_t$ la transformatoare de curent)       | $U_a = 220$ V, 50 Hz; $U_s = 28, 14, 7$ V (în gol); $I_{aM} = 60$ A, $I_{sM} = 500, 1 000, 2 000$ A; $M -$ transformator — 85 kg, pupitru — 21 kg, cordoane și cleme — 75 kg; $G - (500 \times 405 \times 650) + (405 \times 260 \times 350)$ mm + 8 cordoane $\times 4$ m — 150 mm <sup>2</sup> |
| Transformator de curent 1 000 VA — TC-1000 (anexă la TVR)  | $U_a = 200$ V c.a.; $I_r = 5, 10, 20$ A; $S_n = 100$ VA — 1 h, 3 000 VA — 10 s; $M = 12$ kg; $G - 220 \times 220 \times 170$ mm  |
| Trusă de măsură rezistențe ohmice la transformatoare — TMR   | (Prin metoda ampermetrului și voltmetrului); $U_a = 3 \times 220/380$ V; $U_2/I_2 = 5/80; 10/40; 20/20$ V/A; $S_a = 750$ VA; $M = 28$ kg; $G - 330 \times 735 \times 470$ mm   |
| Clește voltampermetru de JT — CJT (pentru curent alternativ)   | $D_m - 10 \div 1 000$ A, 300; 660 V; CP — 2,5; $U_M = 650$ V; conductor măsurat $\phi_M = 70$ mm; $M -$ clește — 1,5 kg, husă — 650 g  |
| Indicator de tensiune fonice de 110 kV — IFU   | $U_n = 110$ kV; $U_a = 3$ V c.c.; semnal — 85 dB — 2 000 Hz; $M = 1,8$ kg; $L = 1,2/3$ m   |
| Aparat de determinare rigiditatea dielectrică uleiuri — ARU-3  | $U_a = 220$ V c.a.; $U_s = 0 \div 60$ kV; $V$ ulei = 500 cm <sup>3</sup> ; $M = 50$ kg; $G - 570 \times 560 \times 415$ mm ( $U_s -$ tensiunea de încercare)   |
| Frecvențmetru numeric $40 \div 60/10 \div 9999$ Hz FRANC   | $D_m -$ v. „Denumire”; afișaj — 4 c.z.; $U_a = \times 220$ V, $42 \div 52$ Hz; $M = 4,8$ kg; $G - 320 \times 220 \times 140$ mm (verificare relele de frecvență)   |
| Fazmetru numeric — DEMN  | $D_m - 0 \div 350^\circ$ ; afișaj — 3 c.z.; $U_a = 220$ V, $48 \div 52$ Hz; $M = 5,4$ kg; $G - 320 \times 220 \times 140$ mm   |

| 1  | 2   |
|--|---|
| Cronometru numeric de verificare relee protecție — <i>SEVER</i>  | (Măsoară timp acționare/revenire); $D_m = 0 \div 999 \text{ ms}$ ; $0 \div 9\,999 \text{ ms}$ ; afișaj — 3 c.z.; $M = 3,9 \text{ kg}$ ; $G = 275 \times 200 \times 150 \text{ mm}$  |
| Generator semnale pentru cabluri<br><i>GS-51</i> (localizează defecte)   | $f_1 = 900 \text{ Hz}$ ; $10 \text{ kHz}$ ; $S_e$ — dreptunghiulare<br>$U_a = 220 \text{ V}$ ; $M$ — aparat — $9 \text{ kg}$ , antenă — $650 \text{ g}$ ; $G = (265 \times 230 \times 170) + (271 \times 183 \times 38) \text{ mm}$   |
| Aparat pentru testat cabluri — <i>CABLO-TEST</i>   | $D_m = 10 \div 200 \text{ } \mu\text{s}$ ; $U_a = 220 \text{ V c.a.}$ ; $M = 11 \text{ kg}$ ; $G = 382 \times 400 \times 174 \text{ mm}$  |
| Generator de semnal de cabluri — <i>GS-1,5</i> (alimentat la baterie)  | (Identifică cablul avariât după săpătură); $U_a = 12 \text{ V}$ ; $S_e$ — dreptunghiular; $M$ — aparat — $2,1 \text{ kg}$ , baterie — $0,2 \text{ kg}$ , antenă — $65 \text{ g}$  |
| Receptor semnale pentru cabluri — <i>RS-01</i> (localizează defecte, manșoane, traseu, determină adâncimea)                      | $U_a = 9 \text{ V c.c.}$ ; $I_a = 10 \text{ mA}$ ; $M$ — receptor — $2 \text{ kg}$ , traductor inductiv (sonda) — $600 \text{ g}$ , traductor acustic (geofon) — $800 \text{ g}$ , cască radio; $G = (235 \times 185 \times 82) + (\varnothing 14 \times 750 - \text{tija} + \varnothing 40 \times 140 - \text{bobină}) + (\varnothing 5 \times 550 - \text{tijă} + \varnothing 58 \times 110 - \text{corp})$ |
| Cronometru numeric de verificare contoare<br><i>ONEST</i>  | $D_m = 0 \div 9 \text{ min}$ ; afișaj — 4 c.z.; $U_a = 220 \text{ V}$ , $48 \div 52 \text{ Hz}$ , $M = 3 \text{ kg}$ ; $G = 242 \times 155 \times 115 \text{ mm}$ precizie — $+0,1 \text{ s}$   |
| Generator de precizie de $50 \text{ Hz}$ — <i>GP-50</i> (reglare, verificare, etalonare, traductoare de frecvență, frecvențmetre | $D_m = 30 \div 69,99 \text{ Hz}$ ; unde sinusoidale; $U_a = 220 \text{ V c.a.}$ ; $M = 12 \text{ kg}$ ; $G = 469 \times 207 \times 413 \text{ mm}$ . Cu amplificator de puteri verifică și relee de frecvență precizie $^{-4}$ — până la $3 \cdot 10^{-4}$  |
| Dispozitiv de măsurare a defazajelor dintre mărimi sinusoidale — <i>FAVE</i>   | În plus măsoară modulul tensiunii și curentului și indică succesiunea fazelor; $U_a = 220 \text{ V}$ ; $S_a = 5 \text{ VA}$ ; $M = 7,2 \text{ kg}$ aparat + $0,5 \text{ kg}$ — clește ampermetric   |
| Indicator numeric $U/I$ de verificarea releeelor de distanță — <i>DIRZ</i>   | $D_m = 0 \div 9,99/0 \div 99,9$ ; afișaj — 3 c.z.; $U_a = 220 \text{ V}$ , $48 \div 52 \text{ Hz}$ ; $S_a = 15 \text{ VA}$ ; $M = 6,2 \text{ kg}$ ; $G = 320 \times 220 \times 140 \text{ mm}$  |
| Amplificator de putere pentru utilizări<br><i>PRAM — APRAM</i>   | (La verificarea releeelor de protecție, traductoarelor de curent, tensiune, frecvență, putere și altor echipamente cu mărimi mari de intrare; $U_i = 0 \div 0,1/1/10 \text{ V}$ ; $U_e = 0 \div 150 \text{ V}$ ; $U_a = 220 \text{ V}$  |



| 1  | 2   |
|--|---|
| Stand de laborator<br>pentru probe electrice — SLE-2 (masă<br>lucru + pupitru com-<br>mandă și alimentare<br>+ panou măsură) | (Pentru verificarea și repararea aparatelor<br>cu instalații electrice); $U_a = 220$ V, 50 Hz;<br>$U_{s1} = 0 \div 3$ V — 0,02 A; $U_{s2} = 220$ V — 6 A,<br>$0 \div 250$ V — 6 A, $0 \div 8$ V — 6 A; 220 V —<br>1,5 A; $U_{s3} = 0 \div 220$ V — 4 A c.c. |
| Indicator de succesiune<br>a fazelor — DSF   | În rețele de $3 \times (60 \div 500)$ V, 50 Hz între faze;<br>$M = 500$ g; $G = 85 \times 140 \times 60$ mm   |

Notă. 1. Aparatajul este produs de ICEMENERG și poate intra în dotarea serviciului energetic de întreprindere.

2. Simbolizări: CP — clasă de precizie;  $U_r$ ,  $U_1$ ,  $U_i$  — tensiune de reglaj, lucru, încercare;  $P_i$  — putere intermitentă;  $I_{2\infty}$  — curent secundar de durată;  $B_r$  — unghi de reglaj;  $M$  (indice) — maxim;  $M$ ,  $G$ ,  $D_m$ ,  $I_M$ ,  $U_a$ ,  $U_e$ ,  $S_a$  — v. § 4.1.5; c.z.-cifre zecimale.

#### 4.4. Aparate de semnalizare

| Denumirea — codul            | $U_n$ , V                                    | Echiparea    | Gabaritul, mm |
|------------------------------|--|--------------|---------------|
| Lampă de semnalizare-666     | 24 c.c.                                      | bec BA9S/3W  | 45×45×58      |
| Idem, cu transformator-667   | 380; 220                                     | bec BA7s/2W  | 54×54×110     |
| Idem, cu tr. și pîlpîire-184 | 24   | transf. 2 VA | 54×54×132     |
| Lampă semnalizare-649        | 220  | bec 15 W     | ø 34,5×85     |
| Claxon (hupă)-70465          | 24, 110, 220 V c.a., c.c.;<br>12; 175 V c.c. |              |               |
| Claxon (hupă)-UCMB           | 220 V c.a. — 6 A                             |              | 135×76×215    |
| Hupă electronică-IPA         | 40 V, 220 V c.a., 100 dB                     |              | 267×200×135   |

Notă. 1. Lămpile de semnalizare sînt produse de IAEI-Titu. Culoarele vizoarelor: roșu, portocaliu, galben, verde, albastru, incolor, transparent. Releele de semnalizare — v. § 4.1.4.5.

2. Claxonul 70465 — *Electrotehnica* are variantele codificate: cod/V. c.c. — A/175, G/220, H/110, J/24, K/12; cod/V c.a. — D/220, E/110, F/24. Consum 200 mA. Execuție: normală, IP54.

#### 4.5. Echipamente pentru instalații de acționare măsurători și control în construcție antiexplozivă

| Denumirea.                       | Categorii de protecție | Codul | Conținutul (v. nota 1) | Gabaritul mm |
|----------------------------------|------------------------|-------|------------------------|--------------|
| Cutie de comandă și semnalizare. |                        | 7000  | 1+3+4+5                | 88×305×110   |
| Cod 2191-IP33, rest-IP54;        |                        | 7000A | 2+3+4+5                | 58×303×110   |
| toate — Ex.e.d.IIB,T5 sau        |                        | 7020  | 1+3+4+5                | 88×305×100   |
| Ex.e.d.IIC,T5                    |                        | 7020A | 2+3+4+5                | 58×303×110   |
|                                  |                        | 2182  | 1+3+4+5                | 115×295×100  |
|                                  |                        | 2183  | 1+3+4+5                | 115×295×100  |
|                                  |                        | 2184  | 1+3+4+5                | 115×295×100  |
|                                  |                        | 2191  | 2+4                    | ø51×56       |
|                                  |                        | 3799  | 1+4                    | 130×227×137  |
| Cutie cu microîntreruptoare,     |                        | 2294  | 6+8                    | ø52×140      |
| butoane și limitatoare. IP54     |                        | 6145  | 7+9                    | 174×206×109  |
| Ex.d.IIC,T5 + Ex.e.II,T5         |                        | 6146  | 7+9                    | 175×210×95   |
| Cutie cu electromagneți. IP54 +  |                        | 2295  | 6+10                   | 215×445×170  |
| Ex.d.IIC,T5                      |                        | 2296  | 6+9+11                 | 255×479×200  |
| Cutie aparate măsură. IP54 +     |                        | 2185  | 1+13                   | 325×210×166  |
| Ex.d.IIC,T6 + Ex.e.II,T6 (borne) |                        | 2185  | 14+15                  | 360×182×180  |

Notă. 1. Conținut: 1 — carcasă cu siguranță mărită din siluminiu; 2 — idem, din masă plastică; 3 — soclu lampă E14 cu protecție antideflagrantă; 4 — butoane de comandă în construcție antideflagrantă; 5 — lampă de semnalizare LSC-1 (cu neon și rezistență inclusă) și LSeT-12; 24 V/3 W; 6 — carcasă din tablă sudată; 7 — idem, din fontă; 8 — limitator cod 7401 turnat în napoacril; 9 — microîntreruptor; 10 — electromagnet tip IFMA-70 daN; 11 — idem, 95 daN; 13 — ampermetru IEQ96 sau IEQ144; 14 — transformator 220/24 V c.a.; 15 — logometru indicator LI96p.

2. Caracteristicile electrice sînt cele ale aparatelor componente. Producție ELECTROCONTACT — Botoșani.

## 5. LĂMPI ȘI CORPURI DE ILUMINAT

### 5.1. Lămpi electrice

#### 5.1.1. Lămpi cu incandescență

| Specificație                        |                       | $P_n$ , W | $\Phi_l$ , lm |       | Filet    | $t_f$ , h |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------|-------|----------|-----------|
| Lămpi electrice de tensiune normală | Tensiune nominală, V  | —         | 120           | 220   | —        | —         |
|                                     | Becuri ogândate       | 40        | 290           | 240   | E27/27   | 1000      |
|                                     | pentru iluminat       | 60        | 460           | 380   | E27/27   | 1000      |
|                                     | local, NI 1398-54     | 100       | 900           | 780   | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 150       | 1560          | 1320  | E27/27   | 1000      |
|                                     | Becuri clare pentru   | 25        | 217           | 190   | E27/27   | 1000      |
|                                     | iluminat general,     | 40        | 372           | 312   | E27/27   | 1000      |
|                                     | STAS 6115/1-80        | 60        | 613           | 517   | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 75        | 840           | 690   | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 100       | 1210          | 1040  | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 150       | 2680          | 1770  | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 200       | 2880          | 2540  | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 300       | 5000          | 4580  | E27/30   | 1000      |
|                                     |                       | 500       | 8800          | 8250  | E40/45   | 1000      |
|                                     |                       | 1000      | 18800         | 18500 | E40/45   | 1000      |
|                                     | Becuri ornamentale    | 25 ss     | 195           | —     | E14/25   | 1000      |
|                                     | sferice OP sau lu-    | 25 ds     | 260           | 205   | și       | 1000      |
|                                     | minoase OL,           | 40 ss     | 370           | —     | E27/27   | 1000      |
|                                     | STAS 9419-82, 84      | 40 ds     | 475           | 350   | idem     | 1000      |
| Lămpi electrice de tensiune redusă  | Tensiunea nominală, V | —         | 24            | 12    | —        | —         |
|                                     | Becuri rezistente la  | 25        | 245           | —     | E27/27   | 1000      |
|                                     | trepidații, NID       | 40        | 420           | —     | E27/27   | 1000      |
|                                     | 2388-68               | 60        | 655           | —     | E27/27   | 1000      |
|                                     |                       | 100       | 1160          | —     | E27/27   | 1000      |
|                                     | Lămpi pentru săli     | 35        | —             | 525   | B15s/19  | 100       |
|                                     | de operații,          |           |               |       | BA20d/24 |           |
|                                     | NID 2007-66           |           |               |       |          |           |



### 5.1.2. Lămpi fluorescente tubulare

| Simbol —<br>— $P_n$ , W | Tub fluorescent               |                               |                               |                               | Balast |                |           | Tip<br>starter |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|----------------|-----------|----------------|
|                         | $\varnothing 11 \times$<br>lm | $\varnothing 12 \times$<br>lm | $\varnothing 12 \times$<br>lm | $\varnothing 13 \times$<br>lm | Tip    | $\cos \varphi$ | $I_n$ , A |                |
| LFA-14                  | 450                           | 580                           | 360                           | 390                           | BIA-14 | 0,25           | 0,39      | SLB-20         |
| LFA-20                  | 860                           | 1100                          | 720                           | 740                           | BIA-20 | 0,35           | 0,37      | SLB-20         |
| LFA-40                  | 2150                          | 2700                          | 1850                          | 1790                          | BIA-40 | 0,5            | 0,43      | SLA-40         |
| LFA-65                  | 3600                          | 4400                          | 2800                          | 3000                          | BIA-65 | 0,5            | 0,67      | SLA-65         |
| LFR-20                  | 800                           | 1020                          | 700                           | 700                           | BID-20 | 0,35           | 0,37      | —              |
| LFR-40                  | 2100                          | 2700                          | 1850                          | 1780                          | BID-40 | 0,5            | 0,43      | —              |
| LFA-20/<br>W            | —                             | 1100                          | —                             | —                             | BIM-20 | 0,35           | 0,37      | SLA-20         |
| LF-D28/<br>20W-2        | —                             | 1200                          | —                             | —                             | BIA-20 | 0,35           | 0,36      | SLU-01         |
| LF-D28/<br>40W-2        | —                             | 3000                          | —                             | —                             | BIA-40 | 0,5            | 0,43      | SLU-01         |

Notă. 1. Tensiunea nominală a balastelor — 220 V; durata — 6500 h/an, tensiunea nominală a starterelor — 198...242 V, exceptînd SLU care au 198...264 V.

2. Producție — Întreprinderea de cinescoape București.

3. Lămpile LF-D28 cu diametru redus se pot schimba fără modificări cu lămpile standard.

### 5.1.3. Lămpi cu vapori de înaltă presiune

| Balon fluorescent                |                      | Balast  |           |           |                | Alte accesorii          |
|----------------------------------|----------------------|---------|-----------|-----------|----------------|-------------------------|
| Tipul —<br>— $P_n$ , W           | $\varnothing l$ , lm | Tipul   | $U_n$ , V | $I_n$ , A | $\cos \varphi$ |                         |
| 1                                | 2                    | 3       | 4         | 5         | 6              | 7                       |
| <i>Lămpi cu vapori de mercur</i> |                      |         |           |           |                |                         |
| LVF 80                           | 3 100                | BVA 80  | 220       | 0,8       | 0,4            | Condensator 6,3 $\mu$ F |
| LVF 125                          | 5 500                | BVA 125 | 220       | 1,15      | 0,5            | Condensator 10 $\mu$ F  |

| 1                               | 2      | 3       | 4   | 5    | 6    | 7  |
|---------------------------------|--------|---------|-----|------|------|--|
| LVF 250                         | 11 700 | BVA 250 | 220 | 2,15 | 0,55 | Condensator 20 $\mu\text{F}$   |
| LVF 400                         | 20 500 | BVA 400 | 220 | 3,25 | 0,6  | Condensator 25 $\mu\text{F}$   |
| <i>Lămpi cu vapori de sodiu</i> |        |         |     |      |      |  |
| LPN 175                         | 13 000 | BNA 175 | 220 | 2,15 | 0,4  | Dispozitiv electronic de amorsare (igniter) tip DA-0,5, 187 ... 242 V la toate lămpile |
| LPN 250                         | 18 000 | BNA 250 | 220 | 3,00 | 0,42 |  |
| LPN 400                         | 38 000 | BNA 400 | 220 | 4,40 | 0,44 |  |
| LPNT 250                        | 20 000 | BNA 250 | 220 | 3,00 | 0,42 |  |
| LPNT 400                        | 40 000 | BNA 400 | 220 | 4,40 | 0,44 |  |

Notă. 1. Durata de funcționare 6 000 h/an. Se recomandă: LVF, în hale industriale cu înălțimi de 7 ... 15 m; LPN, LPNT, idem, peste 15 m și în exterior.

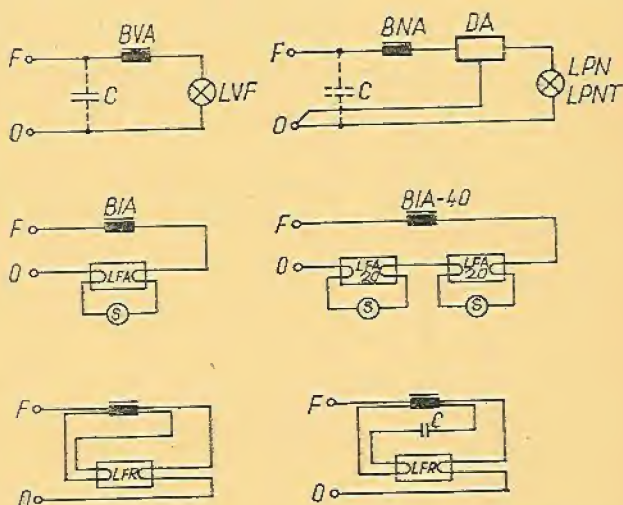


Fig. 5.1. Scheme electrice de conectare a lămpilor fluorescente (se citesc cu tabelele 5.2.1 și 5.3.2).

## 5.2. Corpuri pentru iluminat fluorescent

## 5.2.1. Caracteristici generale

| Simbolul<br>nr. lămpi $\times$ W/lampă | cos $\varphi$ | Găburitul,<br>$L \times l \times H - D$ , mm | Protecția | Masa,<br>kg |
|--|---------------|--|-----------|-------------|
| 1                                      | 2             | 3  | 4         | 5           |

## Corpuri pentru iluminat interior 220 V c.a.

## FIA(S)-01 — iluminat general în încăperi industriale, administrative

|     |      |  |      |          |
|-----|------|--|------|----------|
| 120 | 0,96 | 630 $\times$ 92 $\times$ 110(1135) — 200   | IP20 | 2,1(3,0) |
| 140 | 0,95 | 1240 $\times$ 92 $\times$ 110(1135) — 980  | IP20 | 2,9(3,6) |
| 165 | 0,82 | 1540 $\times$ 92 $\times$ 110(1135) — 980  | IP20 | 4,1(4,8) |
| 220 | 0,97 | 630 $\times$ 128 $\times$ 110(1135) — 200  | IP20 | 2,3(3,0) |
| 240 | 0,99 | 1240 $\times$ 128 $\times$ 110(1135) — 980 | IP20 | 3,9(4,6) |
| 265 | 0,82 | 1540 $\times$ 128 $\times$ 110(1135) — 980 | IP20 | 5,5(6,2) |
| 340 | 0,86 | 1240 $\times$ 216 $\times$ 110(1135) — 980 | IP20 | 4,6(5,3) |
| 365 | 0,80 | 1540 $\times$ 216 $\times$ 110(1135) — 980 | IP20 | 6,6(7,3) |
| 420 | 0,95 | 630 $\times$ 216 $\times$ 110(1135) — 200  | IP20 | 3,4(4,1) |
| 440 | 0,99 | 1240 $\times$ 216 $\times$ 110(1135) — 980 | IP20 | 6,2(6,9) |

## FIA-03 — iluminat general în încăperi industriale, administrative

|     |      |                                     |      |     |
|-----|------|-------------------------------------|------|-----|
| 220 | 0,97 | 621 $\times$ 150 $\times$ 55 — 406  | IP20 | 2,0 |
| 240 | 0,99 | 1232 $\times$ 150 $\times$ 55 — 875 | IP20 | 3,4 |
| 265 | 0,92 | 1532 $\times$ 150 $\times$ 55 — 975 | IP20 | 3,9 |



| 1  | 2    | 3                             | 4    | 5          |
|--|------|-------------------------------|------|------------|
| FIRA(S) — iluminatul încăperilor industriale |      |                               |      |            |
| 01-240                                       | 0,99 | 1256 × 250 × 115(1140) — 748  | IP20 | 5,6(6,3)   |
| 01-265                                       | 0,82 | 1557 × 250 × 115(1140) — 735  | IP20 | 8,0(8,7)   |
| 01-440                                       | 0,99 | 1256 × 350 × 165(1190) — 1180 | IP20 | 9,0(9,7)   |
| 01-465                                       | 0,95 | 1557 × 350 × 165(1190) — 1480 | IP20 | 10,9(11,6) |
| 02-240                                       | 0,99 | 1256 × 330 × 176(1200) — 748  | IP20 | 6,6(7,3)   |
| 02-265                                       | 0,82 | 1557 × 330 × 176(1200) — 735  | IP20 | 9,3(10,0)  |
| 02-440                                       | 0,99 | 1256 × 400 × 210(1235) — 1180 | IP20 | 10,0(10,7) |
| 02-465                                       | 0,95 | 1557 × 400 × 210(1235) — 1480 | IP20 | 12,2(12,9) |

FIAG(S) — în încăperi industriale cu înălțime mică sau medie, săli de protecție, birouri, școli, magazine

|        |      |                              |      |          |
|--------|------|------------------------------|------|----------|
| 01-340 | 0,86 | 1240 × 235 × 145(1170) — 980 | IP20 | 6,6(7,3) |
| 01-365 | 0,80 | 1540 × 325 × 145(1170) — 980 | IP20 | 9,0(9,7) |
| 01-420 | 0,95 | 630 × 325 × 145(1170) — 200  | IP20 | 4,4(5,1) |
| 01-440 | 0,99 | 1240 × 325 × 145(1170) — 980 | IP20 | 8,1(8,8) |

FIDA(S) — idem, ca mai sus, plus: saloane, hoteluri, restaurante

|        |      |                               |      |          |
|--------|------|-------------------------------|------|----------|
| 03-120 | 0,96 | 650 × 94 × 111(1135) — 490    | IP20 | 2,5(3,2) |
| 03-140 | 0,95 | 1260 × 94 × 111(1135) — 624   | IP20 | 3,5(4,2) |
| 03-220 | 0,97 | 660 × 180 × 111(1135) — 440   | IP20 | 3,3(4,0) |
| 03-240 | 0,99 | 1270 × 180 × 111(1135) — 550  | IP20 | 6,0(6,7) |
| 03-265 | 0,82 | 1560 × 180 × 111(1135) — 1200 | IP20 | 7,9(8,6) |
| 03-420 | 0,95 | 624 × 624 × 125(1150) — 520   | IP20 | 7,5(8,9) |
| 07-120 | 0,96 | 630 × 106 × 130 — 406         | IP20 | 3,0      |
| 07-240 | 0,95 | 1240 × 106 × 130 — 875        | IP20 | 5,2      |

| 1  | 2     | 3                 | 4                      | 5                  |
|--|-------|-------------------|------------------------|--------------------|
| FIPAT — în mediu cu atmosferă corosivă dar neexplozivă           |       |                   |                        |                    |
| 01-114   | 0,25c | ø82×884           | IP66                   | 3,6                |
| 01-120   | 0,14c | ø82×1114          | IP66                   | 4,1                |
| FIPAD — în mediu umed (IP44) sau cu praf sau scame (IP54)        |       |                   |                        |                    |
| 01-240   | 0,95  | 1325×190×140—840  | IP44                   | 10,5               |
| 02-240   | 0,90  | 1450×247×220—900  | IP54                   | 18,0               |
| FIP(R)A — în mediu umed (95±3%) sau cu praf sau scame            |       |                   |                        |                    |
| 02-120   | 0,30  | 1077×102×141—418  | IP54                   | 4,2                |
| 02-140   | 0,90  | 1687×102×141—1026 | IP54                   | 6,2                |
| 02-165   | 0,80  | 1987×102×141×1328 | IP54                   | 7,0                |
| 02-240   | 0,95  | 1300×246×213—760  | IP54                   | 5,7(8,2)           |
| 02-265   | 0,95  | 1600×246×216—1060 | IP54                   | 5,9(8,6)           |
| FIPRAG — (cu grătar) — în medii umede (95±3%) sau cu praf, scame |       |                   |                        |                    |
| 240  | 0,95  | 1300×246×213—760  | IP54                   | 9,8                |
| 265  | 0,95  | 1600×246×216—1060 | IP54                   | 10,6               |
| CPSM-01 — în medii cu epricol de explozie                        |       |                   |                        |                    |
| 240P(N)  | 1     | 0,5               | 1525(1455)×240×216—900 | IP54-T4            |
|  |       |                   |                        | 21,0(21,3)         |
| AV — (cu balon LVF) — în medii cu pericol de explozie            |       |                   |                        |                    |
| 80P(N)   |       | 0,5               | 580(530)×300(220)      | IP54 + Ex.         |
| 125P(N)  |       | 0,5               | 580(530)×300(220)      | d.e.I/II<br>ABC.T4 |

| 1                 | 2  | 3                | 4    | 5     |
|-------------------|--|------------------|------|-------|
|                   | HVSC — în hale industriale cu înălțimi peste 7 metri |                  |      |       |
| 2250              | 0,94   | ø505 × 555       | IP23 | 25,50 |
| 2400              | 0,94   | ø505 × 555       | IP23 | 25,50 |
|                   | HVSC-05 — înlocuiesc HVSC cu aceeași utilizare       |                  |      |       |
| 2250              | 0,96   | 775 × 385 × 750  | IP21 | 19,0  |
| 2400              | 0,92   | 775 × 385 × 750  | IP21 | 20,0  |
|                   | Corpuri pentru iluminat exterior 220 V c.a.          |                  |      |       |
| PVA-2a 1250       | 0,96   | 695 × 395 × 280  | IP13 | 12,0  |
| PVA-2a 1400       | 0,92   | 695 × 395 × 280  | IP13 | 12,5  |
| PVB-7Ap(c) 1125   | 0,94   | 990 × 430 × 350  | IP23 | 20,0  |
| PVB-7As(sh) 1250  | 0,94   | 990 × 430 × 350  | IP23 | 19,5  |
| PVB-7BMp(c) 1250  | 0,96   | 760 × 365 × 300  | IP23 | 12,0  |
| PVB-7BMs(sh) 1250 | 0,96   | 510 × 365 × 485  | IP23 | 11,5  |
| PVB-7Cp(c) 180    | 0,97   | 600 × 320 × 270  | IP23 | 9,0   |
| PVB-7Cp(c) 1125   | 0,89   | 600 × 320 × 270  | IP23 | 7,0   |
| PVB-7Dp(c) 2400   | 0,92   | 1200 × 480 × 410 | IP23 | 30,0  |
| PVB-7Ep(c) 11000  | 0,95   | 1050 × 540 × 440 | IP23 | 62,0  |
| PVB-8Ap(c) 1250   | 0,94   | 990 × 430 × 350  | IP23 | 16,0  |
| PVB-8As(sh) 1250  | 0,94   | 990 × 430 × 350  | IP23 | 12,0  |



| 1                | 2    | 3                | 4    | 5    |
|------------------|------|------------------|------|------|
| PVB-8Cp(c)180    | 0,97 | 600 × 320 × 270  | IP23 | 7,0  |
| PVB-8Cp(c)1125   | 0,89 | 660 × 320 × 270  | IP23 | 7,0  |
| PVB-8Ep(c)11000  | 0,95 | 1050 × 540 × 440 | IP23 | 28,0 |
| PVSB-7Ap(c)1400  | 0,92 | 990 × 430 × 350  | IP23 | 22,0 |
| PVSB-7As(sh)1400 | 0,92 | 630 × 430 × 565  | IP23 | 20,0 |
| PVSB-7Bp(c)1250  | 0,97 | 840 × 380 × 320  | IP23 | 18,0 |
| PVSB-7Bs(sh)1250 | 0,97 | 510 × 380 × 380  | IP23 | 17,0 |
| PVSB-8Ap(c)1400  | 0,92 | 990 × 430 × 350  | IP23 | 18,0 |
| PVSB-8As(sh)1400 | 0,92 | 630 × 430 × 565  | IP23 | 16,6 |
| PVSB-8Bp(c)1250  | 0,97 | 840 × 380 × 320  | IP23 | 15,0 |
| PVSB-8Bs(sh)1250 | 0,97 | 510 × 380 × 380  | IP23 | 14,0 |
| PVC-380          | 0,86 | ø770 × 490       | IP23 | 19,0 |
| PVC-3125         | 0,88 | ø770 × 490       | IP23 | 21,0 |
| PPP-1            | 0,5  | ø450 + 800       | IP33 | 11,5 |
| PPP-2            | 0,5  | ø450 × 800       | IP33 | 15,0 |
| PPP-3            | 0,5  | ø450 × 800       | IP33 | 20,0 |

Notă. 1. Numărul și puterea lămpilor cu care se echipează corpurile de iluminat se pot deduce din simbol: 120 — 1 lampă × 20 W; 2250 — 2 lămpi × 250 W etc. În simboluri: S — suspendat de suport prin tijă; G — cu grătar dispersor; p, c, s, h — montaj în prelungire, în consolă, suspendat, pe cablu înclinat.

2. Forma corpurilor de iluminat și curbele fotometrice sînt arătate în fig. 5.2, 5.3, 5.4.

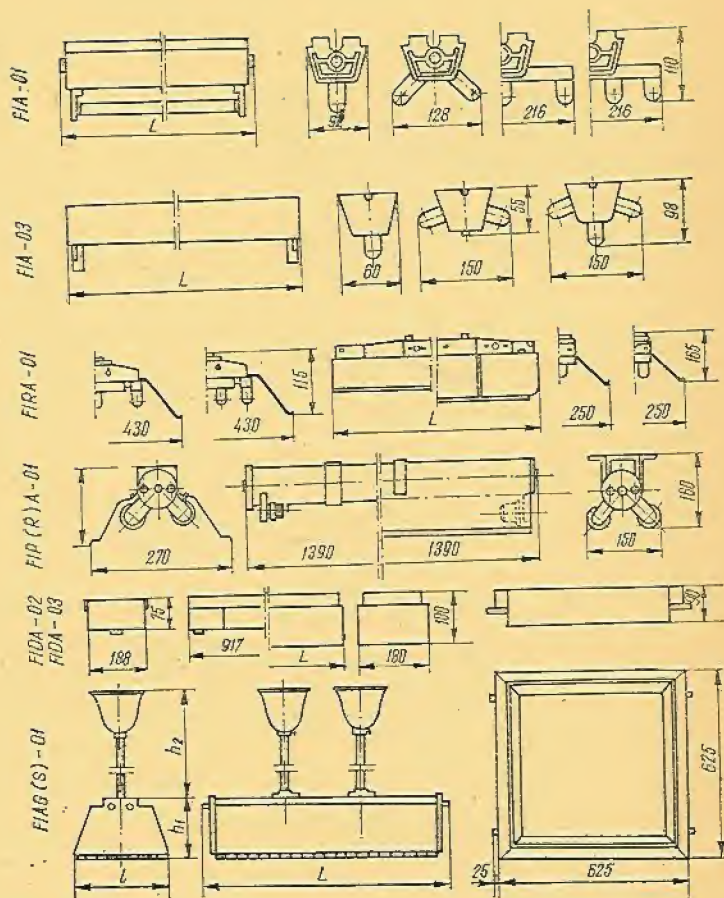


Fig. 5.2. Corpuri de iluminat fluorescente pentru lămpi tubulare.

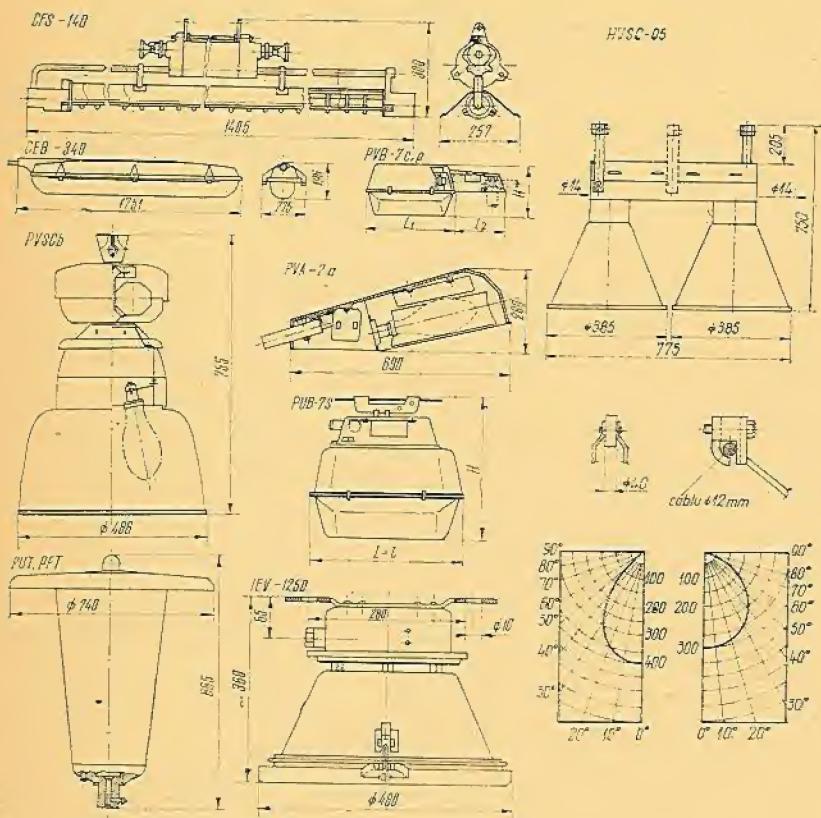


Fig. 5.3. Corpuri de iluminat pentru baloane fluorescente.



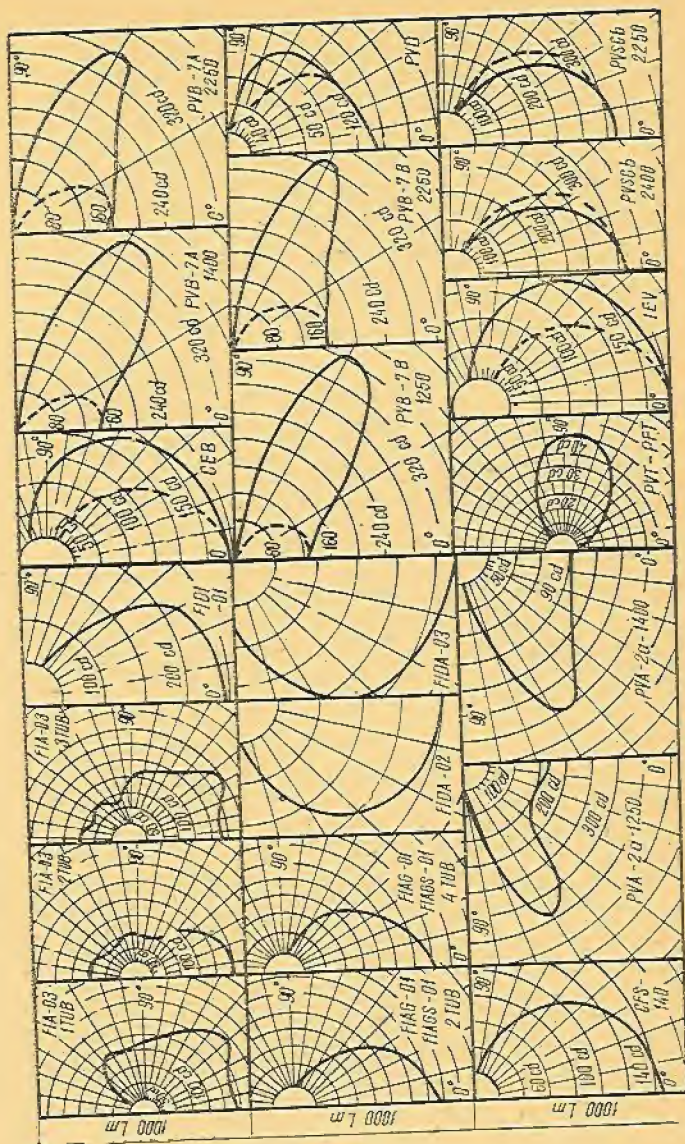


Fig. 5.4. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat fluorescent.

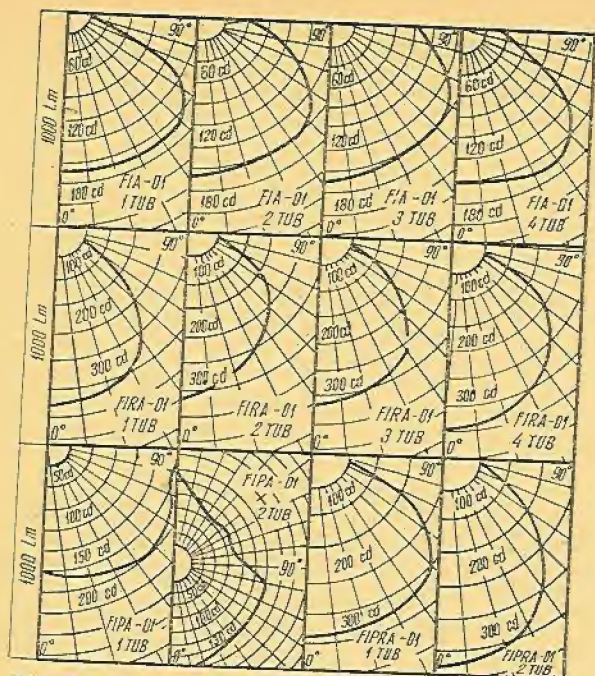


Fig. 5.4. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat fluorescent.

### 5.2.2. Coeficienți de utilizare

| Factorul de reflexie | $\rho_t$ | 0,70                           |      |      | 0,50 |      |      | 0,30 |      |      |  |
|----------------------|----------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                      | $\rho_p$ | 0,50                           | 0,30 | 0,10 | 0,50 | 0,30 | 0,10 | 0,50 | 0,30 | 0,10 |  |
| Corpul               | $i$      | Coeficienții de utilizare, $u$ |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1                    | 2        | 3                              | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |  |
| FIA(S)-01            | 0,60     | 0,38                           | 0,31 | 0,26 | 0,37 | 0,30 | 0,25 | 0,36 | 0,29 | 0,25 |  |
|                      | 0,80     | 0,47                           | 0,41 | 0,36 | 0,46 | 0,39 | 0,35 | 0,45 | 0,39 | 0,35 |  |
|                      | 1,00     | 0,52                           | 0,46 | 0,42 | 0,51 | 0,46 | 0,41 | 0,49 | 0,44 | 0,41 |  |
|                      | 1,25     | 0,57                           | 0,51 | 0,46 | 0,55 | 0,50 | 0,46 | 0,52 | 0,48 | 0,45 |  |
|                      | 1,50     | 0,61                           | 0,55 | 0,50 | 0,58 | 0,53 | 0,49 | 0,56 | 0,51 | 0,48 |  |
|                      | 2,00     | 0,66                           | 0,61 | 0,56 | 0,64 | 0,59 | 0,56 | 0,62 | 0,57 | 0,54 |  |
|                      | 2,50     | 0,72                           | 0,67 | 0,63 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,66 | 0,63 | 0,61 |  |



| 1                  | 2  | 3    | 4    | 5    | 6          | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
|--------------------|--|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|
| FIA(S)-01          | 3,00   | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,72       | 0,68 | 0,65 | 0,69 | 0,65 | 0,63 |
|                    | 4,00   | 0,79 | 0,75 | 0,74 | 0,75       | 0,72 | 0,70 | 0,73 | 0,70 | 0,68 |
|                    | 5,00   | 0,81 | 0,77 | 0,77 | 0,78       | 0,74 | 0,72 | 0,75 | 0,72 | 0,70 |
|                    | Nr. tuburi                                       |      |      |      | 1          | 2    | 3    | 4    |      |      |
|                    | Corecție   |      |      |      | 0,66       | 0,91 | 1    | 0,94 |      |      |
| FIA(S)-03          | Ca FIA-01, dar<br>cu corecțiile<br>față de tabel |      |      |      | Nr. tuburi |      | 1    | 2    | 3    |      |
|                    |  |      |      |      | corecție   |      | 0,72 | 0,76 | 0,74 |      |
| FIAG-01 - FIAGS-01 | 0,60   | 0,28 | 0,22 | 0,19 | 0,26       | 0,22 | 0,18 | 0,26 | 0,21 | 0,18 |
|                    | 0,80   | 0,34 | 0,30 | 0,27 | 0,31       | 0,29 | 0,25 | 0,30 | 0,28 | 0,25 |
|                    | 1,00   | 0,38 | 0,34 | 0,30 | 0,36       | 0,33 | 0,30 | 0,35 | 0,32 | 0,29 |
|                    | 1,25   | 0,41 | 0,37 | 0,39 | 0,36       | 0,33 | 0,33 | 0,37 | 0,34 | 0,30 |
|                    | 1,50   | 0,44 | 0,40 | 0,37 | 0,42       | 0,38 | 0,36 | 0,40 | 0,36 | 0,35 |
|                    | 2,00   | 0,48 | 0,44 | 0,41 | 0,46       | 0,43 | 0,40 | 0,44 | 0,41 | 0,39 |
|                    | 2,50   | 0,52 | 0,49 | 0,45 | 0,49       | 0,47 | 0,44 | 0,47 | 0,45 | 0,43 |
|                    | 3,00   | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,51       | 0,48 | 0,47 | 0,49 | 0,46 | 0,45 |
|                    | 4,00   | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,54       | 0,52 | 0,50 | 0,52 | 0,50 | 0,48 |
|                    | 5,00   | 0,59 | 0,56 | 0,54 | 0,56       | 0,53 | 0,52 | 0,53 | 0,51 | 0,50 |
| FIDA(S)            | 0,60   | 0,19 | 0,16 | 0,13 | 0,19       | 0,15 | 0,13 | 0,20 | 0,15 | 0,13 |
|                    | 0,80   | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,23       | 0,20 | 0,18 | 0,23 | 0,20 | 0,18 |
|                    | 1,00   | 0,26 | 0,23 | 0,21 | 0,25       | 0,23 | 0,21 | 0,25 | 0,23 | 0,21 |
|                    | 1,25   | 0,28 | 0,26 | 0,23 | 0,28       | 0,25 | 0,23 | 0,27 | 0,25 | 0,23 |
|                    | 1,50   | 0,30 | 0,27 | 0,25 | 0,29       | 0,27 | 0,25 | 0,29 | 0,26 | 0,25 |
|                    | 2,00   | 0,33 | 0,30 | 0,28 | 0,32       | 0,30 | 0,28 | 0,32 | 0,29 | 0,28 |
|                    | 2,50   | 0,35 | 0,33 | 0,31 | 0,34       | 0,33 | 0,31 | 0,34 | 0,32 | 0,31 |
|                    | 3,00   | 0,36 | 0,35 | 0,33 | 0,35       | 0,34 | 0,33 | 0,35 | 0,33 | 0,32 |
|                    | 4,00   | 0,38 | 0,37 | 0,35 | 0,37       | 0,36 | 0,35 | 0,37 | 0,35 | 0,35 |
|                    | 5,00   | 0,39 | 0,38 | 0,36 | 0,39       | 0,37 | 0,36 | 0,38 | 0,36 | 0,36 |
| FIDI               | Coeficienții de la FIDA înmulțiți cu 0,65        |      |      |      |            |      |      |      |      |      |
| FIRA(S)-01         | 0,60   | 0,31 | 0,25 | 0,21 | 0,30       | 0,25 | 0,21 | 0,29 | 0,25 | 0,21 |
|                    | 0,80   | 0,37 | 0,31 | 0,28 | 0,36       | 0,31 | 0,28 | 0,35 | 0,31 | 0,28 |
|                    | 1,00   | 0,42 | 0,37 | 0,33 | 0,42       | 0,37 | 0,33 | 0,41 | 0,37 | 0,33 |
|                    | 1,25   | 0,47 | 0,42 | 0,39 | 0,46       | 0,42 | 0,38 | 0,45 | 0,41 | 0,38 |
|                    | 1,50   | 0,51 | 0,46 | 0,43 | 0,50       | 0,46 | 0,42 | 0,49 | 0,45 | 0,42 |
|                    | 2,00   | 0,56 | 0,52 | 0,49 | 0,55       | 0,52 | 0,49 | 0,55 | 0,52 | 0,49 |
|                    | 2,50   | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,59       | 0,56 | 0,54 | 0,58 | 0,56 | 0,53 |
|                    | 3,00   | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,61       | 0,59 | 0,56 | 0,61 | 0,58 | 0,56 |



| 1                | 2  | 3    | 4    | 5          | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
|------------------|--|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|
| FIRA(S)-01       | 4,00   | 0,66 | 0,64 | 0,62       | 0,65 | 0,64 | 0,62 | 0,65 | 0,63 | 0,62 |
|                  | 5,00   | 0,68 | 0,67 | 0,65       | 0,68 | 0,66 | 0,65 | 0,67 | 0,65 | 0,65 |
|                  | Nr. tuburi   |      | 1    | 2          | 3    | 4    |      |      |      |      |
|                  | Corecție   |      | 1,02 | 1,03       | 1    | 1,02 |      |      |      |      |
| FIPA-01          | Ca FIRA-01, dar<br>cu corecțiile<br>față de tabel: |      |      | Nr. tuburi |      | 1    | 2    |      |      |      |
|                  |  |      |      | Corecție   |      | 0,81 | 0,94 |      |      |      |
| FIPRA-01         | Ca FIRA-01, dar<br>cu corecțiile<br>față de tabel: |      |      | Nr. tuburi |      | 1    | 2    |      |      |      |
|                  |  |      |      | Corecție   |      | 1,17 | 1    |      |      |      |
| CFS-01           | 0,60   | 0,25 | 0,20 | 0,17       | 0,24 | 0,20 | 0,17 | 0,23 | 0,20 | 0,17 |
|                  | 0,80   | 0,30 | 0,28 | 0,23       | 0,30 | 0,27 | 0,23 | 0,29 | 0,27 | 0,22 |
|                  | 1,00   | 0,34 | 0,30 | 0,26       | 0,34 | 0,30 | 0,26 | 0,33 | 0,30 | 0,26 |
|                  | 1,25   | 0,38 | 0,34 | 0,31       | 0,37 | 0,34 | 0,30 | 0,36 | 0,33 | 0,30 |
|                  | 1,50   | 0,41 | 0,37 | 0,34       | 0,40 | 0,37 | 0,34 | 0,39 | 0,36 | 0,34 |
|                  | 2,00   | 0,45 | 0,42 | 0,39       | 0,44 | 0,42 | 0,39 | 0,44 | 0,42 | 0,39 |
|                  | 2,50   | 0,48 | 0,46 | 0,43       | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,46 | 0,45 | 0,42 |
|                  | 3,00   | 0,50 | 0,47 | 0,46       | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,49 | 0,46 | 0,45 |
|                  | 4,00   | 0,53 | 0,51 | 0,50       | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,52 | 0,50 | 0,50 |
|                  | 5,00   | 0,54 | 0,54 | 0,52       | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,54 | 0,52 | 0,52 |
| PVSCb-2400; 2250 | 0,60   | 0,21 | 0,17 | 0,14       | 0,20 | 0,17 | 0,14 | 0,20 | 0,17 | 0,14 |
|                  | 0,80   | 0,25 | 0,21 | 0,18       | 0,25 | 0,20 | 0,18 | 0,24 | 0,20 | 0,18 |
|                  | 1,00   | 0,29 | 0,25 | 0,22       | 0,29 | 0,25 | 0,22 | 0,28 | 0,25 | 0,22 |
|                  | 1,25   | 0,32 | 0,29 | 0,27       | 0,31 | 0,29 | 0,26 | 0,31 | 0,28 | 0,26 |
|                  | 1,50   | 0,36 | 0,31 | 0,29       | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,33 | 0,31 | 0,29 |
|                  | 2,00   | 0,39 | 0,36 | 0,33       | 0,37 | 0,35 | 0,33 | 0,37 | 0,36 | 0,33 |
|                  | 2,50   | 0,41 | 0,39 | 0,37       | 0,40 | 0,38 | 0,37 | 0,39 | 0,38 | 0,36 |
|                  | 3,00   | 0,42 | 0,40 | 0,39       | 0,41 | 0,40 | 0,38 | 0,41 | 0,39 | 0,38 |
|                  | 4,00   | 0,45 | 0,44 | 0,42       | 0,44 | 0,44 | 0,42 | 0,44 | 0,43 | 0,42 |
|                  | 5,00   | 0,46 | 0,46 | 0,44       | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,46 | 0,44 | 0,44 |
| IEV              | Valorile PVSCb înmulțite cu 1,06                   |      |      |            |      |      |      |      |      |      |
| AV-80 - AV-125   | 0,60   | 0,14 | 0,10 | 0,07       | 0,13 | 0,09 | 0,07 | 0,11 | 0,08 | 0,07 |
|                  | 0,80   | 0,18 | 0,14 | 0,11       | 0,16 | 0,13 | 0,10 | 0,15 | 0,12 | 0,09 |
|                  | 1,00   | 0,20 | 0,16 | 0,14       | 0,20 | 0,15 | 0,13 | 0,17 | 0,14 | 0,12 |
|                  | 1,25   | 0,24 | 0,19 | 0,16       | 0,21 | 0,18 | 0,14 | 0,20 | 0,16 | 0,14 |
|                  | 1,50   | 0,26 | 0,22 | 0,18       | 0,24 | 0,20 | 0,17 | 0,22 | 0,18 | 0,15 |
|                  | 2,00   | 0,30 | 0,25 | 0,22       | 0,27 | 0,23 | 0,20 | 0,24 | 0,21 | 0,19 |
|                  | 2,50   | 0,32 | 0,28 | 0,24       | 0,29 | 0,26 | 0,23 | 0,27 | 0,24 | 0,21 |
|                  | 3,00   | 0,35 | 0,30 | 0,28       | 0,31 | 0,28 | 0,25 | 0,28 | 0,26 | 0,23 |
|                  | 4,00   | 0,38 | 0,34 | 0,30       | 0,34 | 0,31 | 0,28 | 0,31 | 0,28 | 0,26 |
|                  | 5,00   | 0,40 | 0,35 | 0,33       | 0,36 | 0,33 | 0,30 | 0,32 | 0,29 | 0,28 |

### 5.3. Corpuri pentru iluminat cu incandescență

#### 5.3.1. Caracteristici generale

| Tipul | $U_n$ , V | $P_n$ , W | Protecția | Dulia | Gabaritul, mm | M, kg |
|-------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------|-------|
|-------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------|-------|

#### Corpuri pentru iluminat interior

##### Armături impermeabile (P) și etanșe (I)

|          |     |     |      |     |            |      |
|----------|-----|-----|------|-----|------------|------|
| P-IC 60  | 220 | 60  | IP23 | E27 | ø242 × 223 | 0,46 |
| P-IC 200 | 220 | 200 | IP23 | E27 | ø305 × 404 | 0,83 |
| P-IB 60  | 220 | 60  | IP23 | E27 | ø280 × 364 | 0,56 |
| P-IB 200 | 220 | 200 | IP23 | E27 | ø305 × 429 | 1,19 |
| I-ED 60  | 220 | 60  | IP23 | E27 | ø160 × 188 | 1,50 |
| I-EP 60  | 220 | 60  | IP23 | E27 | ø160 × 235 | 1,60 |

##### Corpuri cu protecție antiexplozivă

|        |     |     |          |     |            |      |
|--------|-----|-----|----------|-----|------------|------|
| AI-200 | 250 | 100 | IP54+n.1 | E27 | ø300 × 410 | 8,00 |
| LMS-7  | 220 | 200 | IP54+n.1 | E27 | ø96 × 66   | 0,20 |

##### Plafoniere metalice sau din material plastic

|        |     |        |      |     |                    |      |
|--------|-----|--------|------|-----|--------------------|------|
| PA-180 | 220 | 100    | IP20 | E27 | ø180 + abajur      | 0,23 |
| PA-233 | 220 | 100    | IP20 | E27 | ø236 + abajur      | 0,36 |
| PDA-01 | 220 | 40     | IP20 | E27 | 157 × 74 + abajur  | 0,19 |
| PDA-02 | 220 | 60     | IP20 | E27 | 208 × 69 + abajur  | 0,27 |
| PDA-03 | 220 | 2 × 40 | IP20 | E27 | 314 × 78 + abajur  | 0,34 |
| PAB-01 | 220 | 60     | IP32 | E27 | 126 × 187 + abajur | 0,58 |

##### Lămpi portative de atelier și în construcții

|       |     |    |      |     |                  |      |
|-------|-----|----|------|-----|------------------|------|
| LPA   | 250 | 60 | IP40 | E27 | 166 × 166 × 380  | 0,72 |
| LPA-2 | 220 | 25 | IP40 | E14 | ø200 × 250 × 350 | 2,5  |

#### Corpuri pentru iluminat exterior

|           |     |      |      |     |                 |     |
|-----------|-----|------|------|-----|-----------------|-----|
| P3000C(D) | 220 | 1000 | IP23 | E40 | 635 × 541 × 415 | 7,8 |
| CZ        | 220 | 500  | IP03 | E40 | 600 × 460       | 8,0 |
| PIP-1     | 220 | 100  | IP22 | E27 | ø334 × 750      | 4,2 |

Notă. 1. Protecții antiexplozive: AI — Ex.d.e.I.T4 sau Ex.d.e.IIA(B)T4; LMS — Ex.d.I.IIIA (B, C).

2. Farurile P3000C (D) și CZ pot fi echipate și cu lămpi LVF. Corpurile de iluminat tip PIP sînt ornamentale.

3. Producător — ELBA — Timișoara.

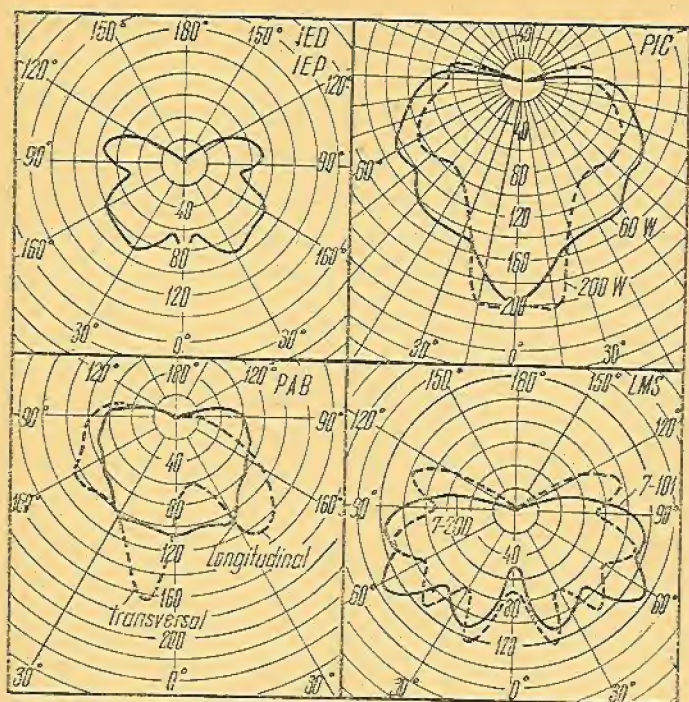


Fig. 5.5. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat cu lămpi cu incandescență uzuale.

### 5.3.2. Coeficienți de utilizare

| Factorul de reflexie | $\rho_t$ | 0,70                           |      |      | 0,50 |      |      | 0,30 |      |      |
|----------------------|----------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | $\rho_p$ | 0,50                           | 0,30 | 0,10 | 0,50 | 0,30 | 0,10 | 0,50 | 0,30 | 0,10 |
| Corpul               | $i$      | Coeficienții de utilizare, $u$ |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                    | 2        | 3                              | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| P-IC-60<br>P-IC-200  | 0,60     | 0,22                           | 0,17 | 0,14 | 0,22 | 0,17 | 0,14 | 0,22 | 0,14 | 0,17 |
|                      | 0,80     | 0,28                           | 0,23 | 0,20 | 0,27 | 0,23 | 0,20 | 0,27 | 0,23 | 0,20 |
|                      | 1,00     | 0,31                           | 0,26 | 0,23 | 0,30 | 0,26 | 0,23 | 0,30 | 0,26 | 0,23 |
|                      | 1,25     | 0,35                           | 0,29 | 0,26 | 0,33 | 0,29 | 0,26 | 0,30 | 0,28 | 0,26 |



| 1   | 2                                    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9    | 10   | 11   |
|---|--------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| P-IC-60 - P-IC-200  | 1,50                                 | 0,36 | 0,33 | 0,29 | 0,35 | 0,31 | 0,29  | 0,35 | 0,31 | 0,29 |
|   | 2,00                                 | 0,39 | 0,36 | 0,33 | 0,39 | 0,36 | 0,33  | 0,39 | 0,35 | 0,33 |
|   | 2,50                                 | 0,44 | 0,40 | 0,36 | 0,42 | 0,40 | 0,36  | 0,42 | 0,38 | 0,36 |
|   | 3,00                                 | 0,46 | 0,43 | 0,39 | 0,44 | 0,42 | 0,39  | 0,44 | 0,40 | 0,38 |
|   | 4,00                                 | 0,49 | 0,45 | 0,43 | 0,48 | 0,45 | 0,43  | 0,47 | 0,44 | 0,42 |
|   | 5,00                                 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,49 | 0,47 | 0,44  | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
|   | Bec                                  |      |      |      | 60 W |      | 200 W |      |      |      |
|   | Corecție                             |      |      |      | 1    |      | 1,21  |      |      |      |
|   | 0,60                                 | 0,18 | 0,14 | 0,10 | 0,17 | 0,13 | 0,10  | 0,16 | 0,12 | 0,10 |
|   | 0,80                                 | 0,23 | 0,18 | 0,16 | 0,21 | 0,17 | 0,14  | 0,20 | 0,16 | 0,14 |
| I-ED - I-EP   | 1,00                                 | 0,26 | 0,23 | 0,18 | 0,24 | 0,20 | 0,17  | 0,22 | 0,19 | 0,16 |
|   | 1,25                                 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,26 | 0,23 | 0,20  | 0,26 | 0,21 | 0,18 |
|   | 1,50                                 | 0,31 | 0,27 | 0,23 | 0,29 | 0,25 | 0,21  | 0,27 | 0,23 | 0,21 |
|   | 2,00                                 | 0,36 | 0,31 | 0,27 | 0,32 | 0,29 | 0,26  | 0,30 | 0,26 | 0,24 |
|   | 2,50                                 | 0,38 | 0,34 | 0,30 | 0,35 | 0,32 | 0,29  | 0,33 | 0,30 | 0,27 |
|   | 3,00                                 | 0,41 | 0,37 | 0,33 | 0,37 | 0,34 | 0,31  | 0,34 | 0,32 | 0,29 |
|   | 4,00                                 | 0,44 | 0,38 | 0,37 | 0,41 | 0,37 | 0,35  | 0,37 | 0,34 | 0,33 |
|   | 5,00                                 | 0,46 | 0,43 | 0,39 | 0,42 | 0,39 | 0,36  | 0,39 | 0,36 | 0,34 |
| PAB-01  | Valorile IED + IEP corectate cu 0,94 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
| LMS-7-101<br>LMS-7-200 (valorile<br>pentru<br>LMS-7-101 $\times 1,81$ ) | 0,60                                 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,10 | 0,07 | 0,02  | 0,09 | 0,07 | 0,05 |
|   | 0,80                                 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,12 | 0,09 | 0,07  | 0,12 | 0,09 | 0,07 |
|   | 1,00                                 | 0,14 | 0,11 | 0,09 | 0,14 | 0,11 | 0,09  | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
|   | 1,25                                 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | 0,15 | 0,12 | 0,10  | 0,14 | 0,12 | 0,10 |
|   | 1,50                                 | 0,17 | 0,15 | 0,12 | 0,16 | 0,12 | 0,12  | 0,16 | 0,13 | 0,12 |
|   | 2,00                                 | 0,20 | 0,17 | 0,15 | 0,19 | 0,14 | 0,14  | 0,18 | 0,15 | 0,14 |
|   | 2,50                                 | 0,21 | 0,19 | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,16  | 0,19 | 0,17 | 0,15 |
|   | 3,00                                 | 0,23 | 0,20 | 0,18 | 0,22 | 0,19 | 0,17  | 0,20 | 0,19 | 0,17 |
|   | 4,00                                 | 0,25 | 0,23 | 0,20 | 0,24 | 0,21 | 0,20  | 0,22 | 0,20 | 0,19 |
|   | 5,00                                 | 0,26 | 0,24 | 0,22 | 0,25 | 0,22 | 0,21  | 0,23 | 0,21 | 0,20 |

## 6. APARATE ELECTRICE DE PUTERE

### 6.1. Transformatoare electrice

#### 6.1.1. Generalități

Ecuatii și caracteristici de funcționare. Ecuatiile de funcționare în sarcină (fig. 6.1, *a* și *b*):

$$\begin{aligned} I_0 &= I_1 + I_2 w_2 / w_1; \\ \underline{U}_1 &= -\underline{E}_1 + r_1 I_1 + j x_1 I_1; \\ \underline{U}_2 &= \underline{E}_2 - r_2 I_2 - j x_2 I_2. \end{aligned} \quad (6.1)$$

În gol (cînd  $a_2$  este deschis),  $I_2 = 0$ ,  $\underline{U}_2 = \underline{U}_{20}$ ; (4.1) devin (fig. 6.1, *c*):

$$\begin{aligned} I_0 &= I_{0a} + I_{0r}; \\ \underline{U}_1 &= -\underline{E}_1 + r_1 I_0 + j x_1 I_0; \\ \underline{U}_{20} &= \underline{E}_2. \end{aligned} \quad (6.2)$$

Caracteristicile de funcționare: căderea de tensiune în sarcină  $\Delta U$  (fig. 6.2, *a*) și randamentul  $\eta$  (fig. 6.2, *b*), deduse cu relațiile:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \alpha(U_a \cos \varphi + U_r \sin \varphi) + \alpha^2(U_r \cos \varphi - \\ &\quad - U_a \sin \varphi)^2 / 200; \end{aligned} \quad (6.3)$$

$$\eta = 100 - 100(\alpha^2 P_{sc} + P_0) / (\alpha S_n \cos \varphi + \alpha^2 P_{sc} + P_0).$$

în care:  $S_n$  este puterea nominală a transformatorului, în

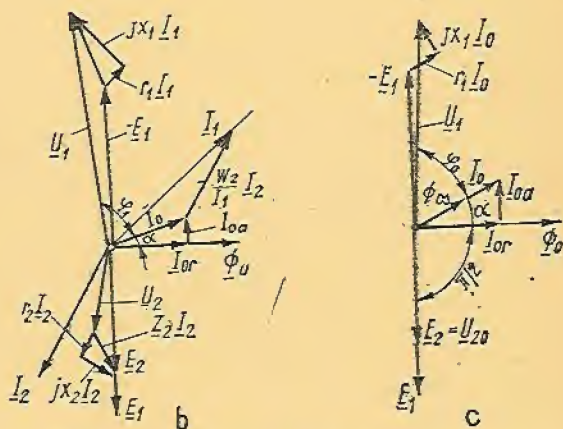
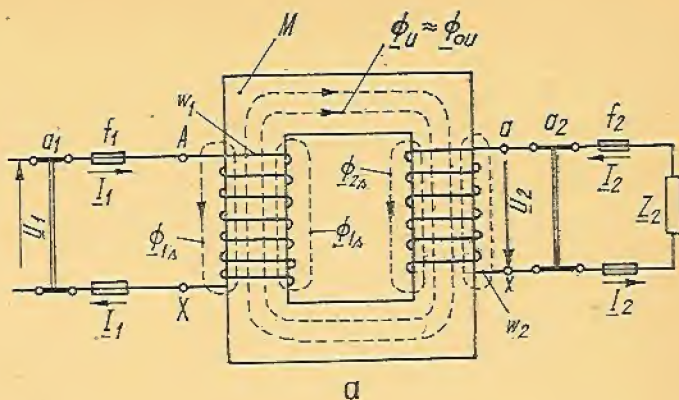


Fig. 6.1. Funcționarea transformatorului  
 a — schema electrică de funcționare; b — diagrama de funcționare în sarcină;  
 c — idem, în gol.

kVA;  $P_{sc}$  — pierderile nominale în scurtcircuit, în kW;  
 $P_0$  — pierderile nominale și mersul în gol, în kW;  $\cos \varphi$  — fac-  
 torul de putere pentru care se face calculul;  $\alpha = S/S_n$  unde  
 $S$  este puterea pentru care se face calculul, în kVA;



$U_a = 100 P_{sc} / P_n$  — componente active a tensiunii de scurt-circuit, în %;  $U_r = \sqrt{U_{sc}^2 - U_a^2}$  — tensiunea nominală în scurtcircuit, în %.

Simbolizarea transformatoarelor. Conform STAS 1703/2:

• Natura agentului de răcire:  $O$  — ulei mineral sau lichid izolant sintetic;  $L$  — lichid izolant sintetic neinflamabil;  $G$  — gaz;  $W$  — apă;  $A$  — aer;

• Natura circulației fluidului de răcire:  $N$  — naturală;  $F$  — forțată cu agentul de răcire nedirijat;  $D$  — idem, dirijat.

Modul de răcire cuprinde în simbol patru litere:

• Pentru agentul de răcire în contact cu înfășurările: *prima* — natura agentului de răcire, *a doua* — natura circulației;

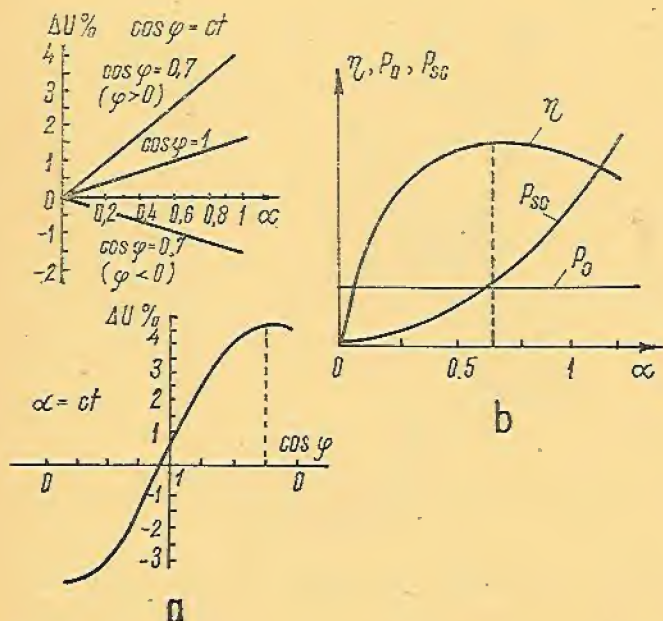


Fig. 6.2. Caracteristicile principale de funcționare ale transformatorului.

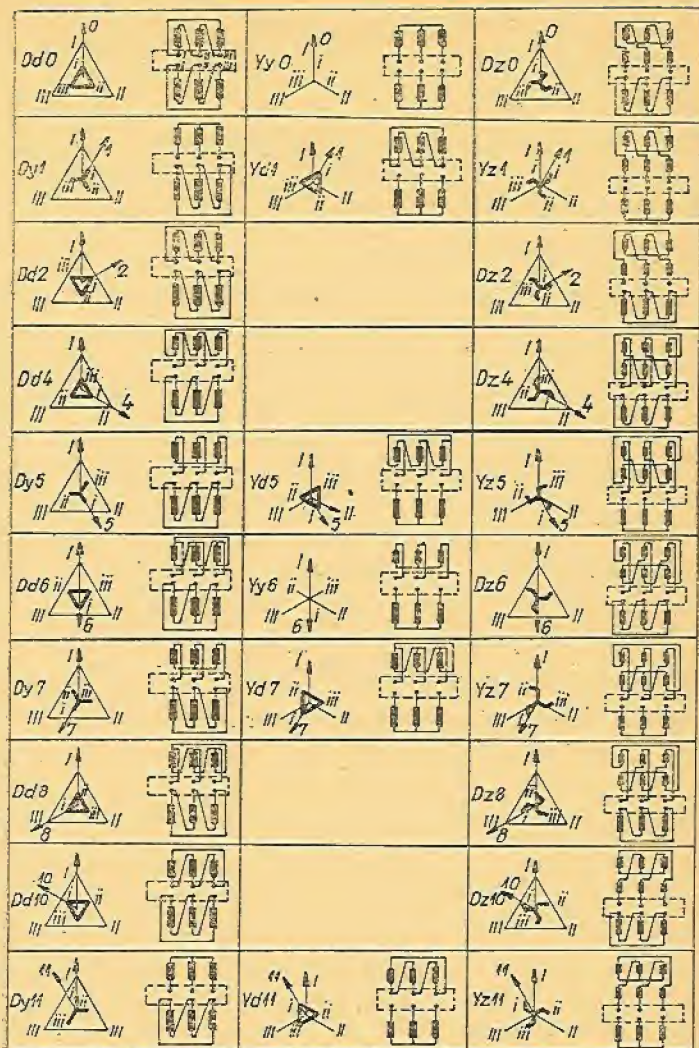


Fig. 6.3. Grupele de conexiuni uzuale ale transformatoarelor electrice trifazate.

• Pentru agentul de răcire în contact cu sistemul extern de răcire: *a treia* — natura agentului de răcire; *a patra* — natura circulației.

Exemple: *ODAF* — transformator în ulei cu circulație forțată dirijată a uleiului și cu circulație forțată a aerului de răcire; *ANAN* — transformator uscat cu carcasă de protecție neventilată și cu răcire naturală a aerului în interiorul și exteriorul carcasei.

**Grupele de conexiuni ale transformatoarelor trifazate cu înfășurări separate.** Înfășurările de fază ale transformatoarelor trifazate sau cele de aceeași tensiune ale transformatoarelor monofazate în grup trifazat pot fi legate în stea, triunghi sau zigzag; simbol: *Y, D, Z* — pentru înfășurările de IT, *y, d, z* — pentru înfășurările de MT sau JT (cînd punctul neutru este scos: *YN, zn* — la stea, *ZN, zn* — la zigzag).

Defazajul dintre tensiunile primare și cele secundare se exprimă orar, considerîndu-se vectorul tensiunii primare pe poziția 0 (1—30°, 2—60°, 3—90°, 4—120° etc.)

Grupele de conexiuni uzuale ale transformatoarelor trifazate cu înfășurări separate sînt arătate în fig. 6.3.

**Marcarea bornelor transformatoarelor.** Se face conform tabelului următor și fig. 6.4:

| Specificație              | Înaltă tensiune | Medie tensiune    | Joasă tensiune |
|---------------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Începutul bobinajului     | <i>A, B, C</i>  | <i>Am, Bm, Cm</i> | <i>a, b, c</i> |
| Sfîrșitul bobinajului     | <i>X, Y, Z</i>  | <i>Xm, Ym, Zm</i> | <i>x, y, z</i> |
| Punctul neutru scos afară | <i>N</i>        | <i>Nm</i>         | <i>n</i>       |

Notă. Bornele sînt astfel așezate încît, privind transformatorul dinspre IT, ele sînt dispuse de la stînga la dreapta în ordinea NABC, nabc.



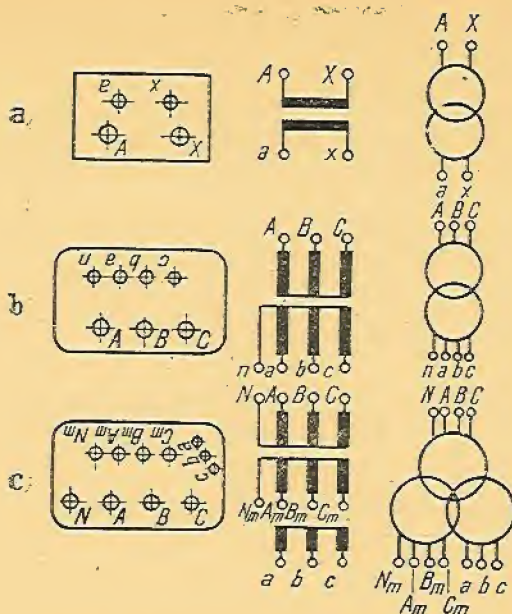


Fig. 6.4. Exemple de marcarea bornelor transformatoarelor:

*a* — monofazate; *b* — trifazate cu două înfășurări; *c* — trifazate cu trei înfășurări.

Durata admisibilă a suprasarcinii, în minute, la transformatoarele de putere:

| Sarcina anterioară de durată, în % din puterea nominală | Durata maximă pentru $S_M$ , în % din $S_n$ : |    |    |    |    |
|---|---|----|----|----|----|
|   | 10  | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 50  | 180   | 90 | 50 | 30 | 15 |
| 75  | 120   | 60 | 30 | 15 | 8  |
| 90  | 60  | 30 | 15 | 8  | 4  |

### Funcționarea în paralel a transformatoarelor.

#### Condiții obligatorii:

Diagramele vectoriale ale tensiunilor transformatoarelor trebuie să fie identice, ceea ce se poate obține dacă transformatoarele respective au:

- același raport de transformare;
- aceeași grupă de conexiuni;

— tensiunile de scurtcircuit egale în limitele toleranțelor admise (diferență maximă 20%).

*Recomandări suplimentare:*

— raportul puterilor între două transformatoare care se conectează în paralel să nu fie mai mic de  $1/3$ , respectiv mai mare de  $3/1$ , pentru a nu supraîncărca inadmisibil transformatorul mai mic;

— în cazul puterilor inegale, transformatorul de putere mai mică să aibă tensiunea de scurtcircuit mai mare;

— puterea totală a transformatoarelor conectate în paralel să asigure funcționarea echipamentului de joasă tensiune în condiții de scurtcircuit.

Notă. La conectarea în paralel a unui transformator, succesiunea conectării bornelor la barele colectoare se determină cu ajutorul unui voltmetru (fig. 6.5)

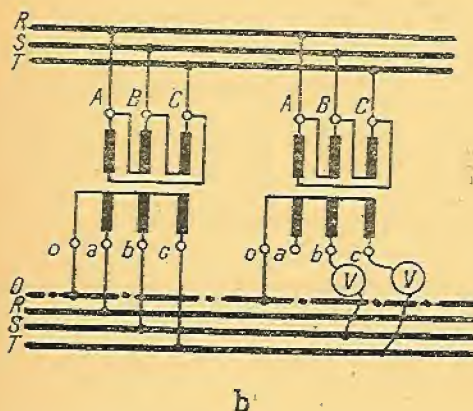
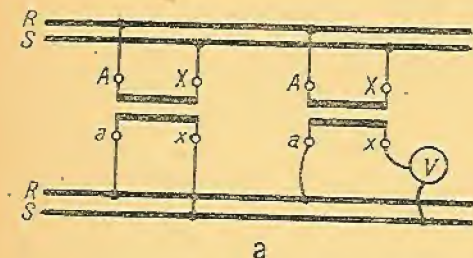


Fig. 6.5. Identificarea fazelor la conectarea în paralel a transformatoarelor cu ajutorul voltmetrelor care trebuie să indice 0:

a — transformatoare monofazate; b — transformatoare trifazate.

## 6.1.2. Transformatoare mici

### 6.1.2.1. Transformatoare mici de utilizare curentă

| $S_n$ , VA | $U_1/U_2$ , V | $M$ , kg | Gabarit, mm |
|------------|---------------|----------|-------------|
| 1          | 2             | 3        | 4           |

#### Transformatoare monofazate tip TMA

|      |  |      |             |
|------|--|------|-------------|
| 25   | 110; 220/6                                   | 1,10 | 84×64×90    |
| 63   | 200÷500/24, 36, 42, 110, 220                 | 1,90 | 96×82×120   |
| 100  | 220, 380, 440, 500/24-26-28,                 | 2,22 | 96×95×120   |
| 160  | 30-33-36, 42, 105-110-115;<br>220            | 3,55 | 120×80×140  |
| 250  | 220, 380, 440, 500/24-26-28,                 | 4,20 | 120×91×140  |
| 400  | 30-33-36, 42, 105-110-115,<br>220            | 6,05 | 120×108×155 |
| 630  | 220÷500/30-33-36-40, 42,<br>105-110-115, 220 | 8,90 | 150×130×155 |
| 1000 | 220; 380/24-28-42,                           | 15,1 | 180×103×270 |
| 1600 | 100-110-120, 2×100, 200<br>220; 380/220; 325 | 19,4 | 180×123×270 |

#### Transformatoare monofazate tip TMAC

|      |   |       |             |
|------|---|-------|-------------|
| 63   | 200÷500/24; 36; 42; 110; 220                  | 3,20  | 120×80×140  |
| 100  | 220; 380; 440; 500/24-26-28;                  | 3,90  | 120×90×140  |
| 160  | 30-33-36; 42; 105-110-115;<br>220             | 4,70  | 120×100×140 |
| 250  | 220; 380; 440; 500/24-26-28;                  | 6,37  | 150×112×155 |
| 400  | 30-33-36; 42; 105-110-115;<br>220             | 8,05  | 150×128×155 |
| 630  | 220÷500/30-33-36-40; 42;<br>105÷110-115; 220  | 10,23 | 150×147×155 |
| 1000 | 220; 380/24-28-42;<br>100-110-120; 2×100; 220 | 15,10 | 180×140×285 |
| 1600 | 220; 380/220; 325                             | 19,40 | 180×130×285 |

#### Transformatoare monofazate tip TMAN

|      |                       |       |             |
|------|-----------------------|-------|-------------|
| 25   | 220; 380/24; 220      | 2,80  | 96×95×115   |
| 63   | 220; 380/24; 110; 220 | 4,46  | 120×78×115  |
| 100  | 220; 380/24; 115; 220 | 4,97  | 120×86×140  |
| 160  | 220; 380/24; 220      | 5,80  | 120×97×140  |
| 250  | 220; 380/12; 24; 220  | 6,37  | 150×112×155 |
| 400  | 220; 380/24-26; 220   | 8,05  | 150×128×155 |
| 630  | 380/220               | 10,32 | 150×147×155 |
| 1000 | 380/220               | 15,20 | 180×103×270 |
| 1600 | 380/220               | 20,80 | 180×123×270 |



| 1   | 2  | 3    | 4               |
|---|--|------|-----------------|
| <i>Transformatoare monofazate tip TMA cu miez înfășurat</i>             |  |      |                 |
| 63  | 200 ÷ 500/24; 36; 42; 110; 220                 | —    | 94 × 77 × 119   |
| 100   | 220 ÷ 500/24—26—28;                            | —    | 100 × 84 × 119  |
| 160   | 30—33—36; 42; 105—110—115;<br>220              | —    | 108 × 85 × 140  |
| 250   | 220 ÷ 500/24—26—28;                            | —    | 108 × 107 × 140 |
| 400   | 30—33—36; 42; 105—110—115;<br>220              | —    | 120 × 112 × 159 |
| 630   | 220 ÷ 500/30—33—36—40; 42;<br>105—110—115; 220 | —    | 152 × 119 × 178 |
| <i>Transformatoare monofazate tip TMAC cu miez înfășurat</i>            |  |      |                 |
| 25  | 110; 220/6                                     | —    | 94 × 77 × 119   |
| 40  | 220 ÷ 500/6; 24; 6—24; 220                     | —    | 100 × 84 × 119  |
| 63  | 220 ÷ 500/24; 36; 42; 110; 220                 | —    | 108 × 85 × 140  |
| 100   | 220 ÷ 500/24—26—28;                            | —    | 108 × 107 × 140 |
| 160   | 30—33—36; 42; 105—110—115;<br>220              | —    | 127 × 112 × 159 |
| <i>Transformatoare monofazate tip TAMN cu miez înfășurat</i>            |  |      |                 |
| 25  | 220; 380/24; 220                               | —    | 94 × 77 × 108   |
| 40  | 220; 380/24; 220                               | —    | 94 × 84 × 108   |
| 63  | 220; 380/24; 110; 220                          | —    | 102 × 85 × 129  |
| 100   | 220; 380/24; 110; 220                          | —    | 102 × 107 × 129 |
| 160   | 220; 380/24; 220                               | —    | 127 × 112 × 148 |
| <i>Transformatoare de protecție TP — neprotejate și TPC — capsulate</i> |  |      |                 |
| 63  | 220/24 — TP — montaj fix                       | —    | 100 × 106 × 100 |
| 100   | 220/24 — TPC — portabil, cu<br>cordon          | —    | 106 × 106 × 149 |
| <i>Autotransformatoare tip AM</i>                                       |  |      |                 |
| 100   | 220/125  | —    | 125 × 32 × 51   |
| 200   | 225/120  | —    | 138 × 45 × 64   |
| 300   | 220/125; 240/120                               | —    | 138 × 45 × 64   |
| 400   | 220/125  | —    | 148 × 55 × 74   |
| 500   | 220/125; 240/120                               | —    | 153 × 60 × 79   |
| 600   | 220/125  | —    | 153 × 60 × 79   |
| 800   | 220/125; 240/120                               | 7,50 | 150 × 166 × 129 |
| 1000  | 240/120  | 8,50 | 150 × 166 × 139 |

Notă. 1. Simbolizare: T — transformator; M — monofazat; A — uscat; C (după A) — de comandă, (după P) — capsulat; N — naval.

2. Utilizare: TMA — în instalațiile de automatizare cu sarcini rezistive ( $\cos \varphi = 1$ ) pentru alimentare și separare, în tablouri electrice; TMAC — idem, pentru sarcini inductive; TMAN — idem, pe nave; TP — alimentare la tensiune redusă; TPC — idem, pentru corpuri de iluminat portabile.

### 6.1.2.2. Calculul transformatoarelor mici pînă la 630 VA

Se dau sau se cunosc:  $U_1$  — tensiunea primară, în V;  $U_2$  — tensiunea secundară, în V;  $S_2$  — puterea nominală la bornele secundare, în VA;  $f$  — frecvența rețelei de alimentare, în Hz;  $\gamma_{Cu} = 8,9 \text{ daN/dm}^2$ ,  $\gamma_{Fe} = 7,55 \dots 7,6 \text{ daN/dm}^2$  — greutatea specifică a cuprului înfășurărilor, respectiv a miezului magnetic.

Se alege înainte de începerea calculelor:

• tipul de construcție a transformatorului — în manta sau cu coloane, conform fig. 6.6;

•  $\delta = 0,035; 0,05 \text{ cm}$  — grosimea tolei avută la dispoziție;

•  $j = 1,6 \dots 2 \text{ A/mm}^2$  — densitatea de curent în înfășurarea primară  $j_1$  și cea secundară  $j_2$  (valorile mici/mari se iau pentru înfășurarea cu tensiunea mare/mică);

•  $B$  — inducția magnetică,  $\eta$  — randamentul,  $\Delta U_2$  — căderea de tensiune pe înfășurarea secundară,  $A$  — pătura de curent specifică,  $k_u$  — coeficientul de umplere a ferestrei transformatorului, conform tabelului următor:

| $S_2$ , VA                 | 25   | 63   | 100  | 160  | 250  | 400  | 630  |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\eta$ , %                 | 76   | 81   | 85   | 91   | 94   | 96   | 97   |
| $\Delta U_2$ , %           | 26   | 21   | 15   | 10   | 6    | 5    | 5    |
| $A$ , A/cm                 | 129  | 134  | 136  | 146  | 150  | 166  | 190  |
| $B$ , T la $\delta = 0,35$ | 1,26 | 1,19 | 1,18 | 1,17 | 1,15 | 1,14 | 1,10 |
| $\delta$ , mm: $0,5$       | 1,18 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,09 |
| $k_u$                      | 0,20 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,30 | 0,31 |

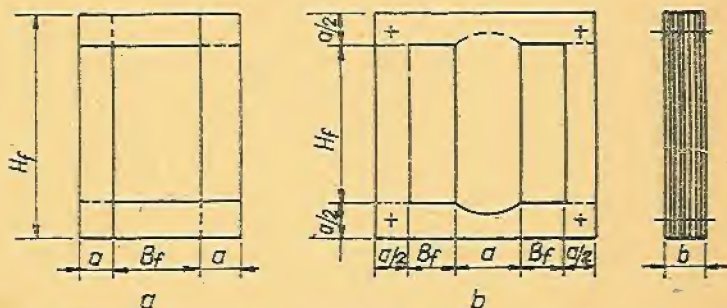


Fig. 6.6. Formele de construcție a miezului magnetic la transformatoarele mici:  
a — în coloane; b — în manta.

Se calculează:

- $S_1 = 100 S_2 / \eta$  — puterea absorbită din rețea, în VA;
- $I_1 = S_1 / U_1$  — curentul primar, în A;
- $I_2 = S_2 / U_2$  — curentul secundar, în A;
- $S_{Fe} = \sqrt{S_1}$  — secțiunea miezului magnetic, în  $\text{cm}^2$ ;
- $a$  — lățimea tolei corespunzătoare secțiunii  $S_{Fe}$  (fig. 6.6), în cm (pe cât posibil astfel ca  $S_{Fe}$  să se apropie de un pătrat);
- $n = S_{Fe} / a$  — numărul de tole necesar;
- $b = 1,15 n \delta$  — grosimea miezului magnetic, în cm;
- $w_0 = 2225 / f B S_{Fe}$  — numărul de spire pe volt;
- $w_1 = w_0 U_1$  — numărul de spire pe înfășurarea secundară;
- $w_2 = w_0 U_2 (1 + \Delta U / 100)$  — idem, pe înfășurarea secundară;
- $2(Iw) = w_1 I_1 + w_2 I_2$  — pătura de curent totală, în A;
- $d_1 = \sqrt{1,27 I_1 / j_1}$ ;  $d_2 = \sqrt{1,27 I_2 / j_2}$  — diametrul conductorului înfășurării primare, respectiv secundare, în mm;
- $S_{cu} = \pi 10^{-2} (w_1 d_1^2 + w_2 d_2^2) / 4$  — secțiunea totală a spirelor înfășurărilor, în  $\text{cm}^2$ ;
- $S_f = S_{cu} / h_u$  — secțiunea ferestrei miezului, în  $\text{cm}^2$ ;
- $H_f = 2(Iw) / A$  — înălțimea ferestrei, în cm;
- $L_f = S_f / H_f$  — lățimea ferestrei miezului, în cm;
- $G_{Fe} = 2 S_{Fe} (H_f + L_f + 2a) \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3}$ ;  $G_{Fe} = 4 S_{Fe} (H_f + L_f + a) \gamma_{Fe} \cdot 10^{-2}$  — greutatea miezului magnetic, în daN, pentru transformator cu coloane, respectiv în manta;
- $l_s = 2(a + b + 2L_f)$  — lungimea medie a unei spire, în cm;



•  $G_{Cu} = S_{Cu} l_{\gamma Cu} \cdot 10^{-3}$  — greutatea cuprului înfășurărilor, în daN.

**Exemplul de calcul 6.1.** Calculul unui transformator de 250 VA — 220/24 V, 50 Hz.

*Se alege:* transformator în manta,  $\delta = 0,035$  cm,  $j_1 = 1,6$  A/mm<sup>2</sup>,  $j_2 = 2$  A/mm<sup>2</sup>,  $B = 1,15$  T,  $\eta = 94\%$ ,  $\Delta U_2 = 6\%$ ,  $A = 150$  A/cm<sup>2</sup>,  $k_u = 0,28$ .

*Se calculează:*

$$S_1 = 100 \cdot 250/94 = 266 \text{ VA}; I_1 = 1,2 \text{ A};$$

$$I_2 = 250/24 = 10,41 \text{ A}; S_{Fe} = \sqrt{266} = 16,3 \text{ cm}^2;$$

$$a = 4 \text{ cm}; n = 16,3/(4 \cdot 0,035) \approx 116 \text{ tole};$$

$$S_{Fe-ef} = 116 \cdot 0,035 \cdot 4 = 16,24 \text{ cm}^2;$$

$$b = 1,15 \cdot 116 \cdot 0,035 = 4,66 \text{ cm};$$

$$w_0 = 2 \cdot 225/(50 \cdot 1,15 \cdot 16,24) = 2,38 \text{ spire/V};$$

$$w_1 = 2,38 \cdot 220 = 524 \text{ spire}; w_2 = 2,38 \cdot 24(1 + 6/100) = 61 \text{ spire};$$

$$2(Iw) = 524 \cdot 1,2 + 61 \cdot 10,41 = 1258 \text{ A};$$

$$d_1 = \sqrt{1,27 \cdot 1,2/1,6} = 0,96 \text{ mm} - \text{se alege CuEM} - d_1 = 1 \text{ mm};$$

$$d_2 = \sqrt{1,27 \cdot 10,41/2} = 2,57 \text{ mm} - \text{se alege CuEM} - d_2 = 2,65 \text{ mm};$$

$$S_{Cu} = 3,14 \cdot 10^{-2}(524 \cdot 1^2 + 61 \cdot 2,65^2)/4 = 7,48 \text{ cm}^2;$$

$$S_f = 7,48/0,28 = 26,71 \text{ cm}; H_f = 1258/150 = 8,4 \text{ cm};$$

$$L_f = 26,71/8,4 = 3,2 \text{ cm};$$

$$G_{Fe} = 4 \cdot 16,24(8,4 + 3,2 + 4)7,55 \cdot 10^{-3} = 7,65 \text{ daN};$$

$$l_s = 2(4 + 4,66 + 2 \cdot 3,2) = 30,12 \text{ cm};$$

$$G_{Cu} = 7,48 \cdot 30,12 \cdot 8,9 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ daN}; G_T = 7,65 + 2 = 9,65 \text{ daN}.$$

## 6.1.3. Transformatoare de putere

6.1.3.1. Transformatoare trifazate în ulei cu două înfășurări de aluminiu de 6, 10, 20/0,4 kV, reglaj  $\pm 5\%$ 

| $S_n$ ,<br>kVA | Conexiuni | $P_n$ ,<br>kW | $P_k$ ,<br>kW | $u_k$ ,<br>% | $I_0$ ,<br>% | Masa, kg |       | $a$ ,<br>mm | Gabarit,<br>$L \times l \times H$ , mm |
|----------------|-----------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|-------|-------------|--|
|                |           |               |               |              |              | ulei     | total |             |  |
| 40             | Yzn-5     | 0,205         | 1,000         | 4            | 3,0          | 150      | 500   | —           | 880 × 735 × 1125                       |
| 63             | Yzn-5     | 0,300         | 1,500         | 4            | 2,9          | 160      | 590   | —           | 910 × 735 × 1220                       |
| 100            | Yzn-5     | 0,350         | 2,300         | 4            | 2,8          | 155      | 660   | 520         | 1000 × 700 × 1470                      |
| 160            | Yzn-5     | 0,525         | 3,000         | 4            | 2,5          | 195      | 800   | 520         | 1100 × 800 × 1100                      |
| 250            | Dyn-5     | 0,650         | 3,250         | 6            | 2,1          | 360      | 1370  | 520         | 1400 × 850 × 1650                      |
| 400            | Dyn-5     | 0,930         | 4,600         | 6            | 1,9          | 430      | 1800  | 520         | 1500 × 950 × 1750                      |
| 630            | Dyn-5     | 1,300         | 6,500         | 6            | 1,8          | 600      | 2500  | 670         | 1800 × 1000 × 1950                     |
| 1000           | Dyn-5     | 1,700         | 10,500        | 6            | 1,4          | 800      | 3350  | 820         | 2000 × 1200 × 2300                     |
| 1600           | Dyn-5     | 2,200         | 14,960        | 6            | 1,3          | 1000     | 4400  | 820         | 2200 × 1350 × 2400                     |

Notă. 1. Răcire naturală liberă. Mediul de funcționare: climat temperat, în interiorul sau exteriorul clădirilor, fără agenți corosivi. Producție: Întreprinderea de transformatoare Filiși.

2. Se consultă cu fig. 6.7, a și b în care: 1 — conservator de ulei; 2 — bușon de umplere a conservatorului; 3 — indicator de nivel al uleiului; 4 — locaș pentru termometru cu mercur; 5 — robinet pentru golirea cuvei și luarea probelor; 6 — urechi de ridicarea transformatorului; 7 — bornă de legarea la pământ; 8 — plăcuță indicatoare; 9 — cârcior; 10 — filtru de aer; 11 — rețen de gaze cu două flotoare.

6.1.3.2. Transformatoare trifazate uscate cu două înfășurări din cupru, reglaj +5%

| $S_n$ ,<br>kVA | $U_1$ ,<br>kV | $U_2$ ,<br>kV | Conexiuni | $P_0$ ,<br>kW | $P_k$ ,<br>kW | $u_k$ ,<br>% | $I_0$ ,<br>‰ | $a$ ,<br>mm | Gabarit,<br>$L \times l \times H$ , mm |
|----------------|---------------|---------------|-----------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--|
| 100            | 10            | 0,4           | Yyn-5     | 0,86          | 1,15          | 4            | 2,6          | 600         | 1950 × 840 × 1060                      |
| 160            | 10            | 0,4           | Yyn-5     | 1,10          | 2,50          | 4            | 2,2          | 520         | 1550 × 680 × 1360                      |
| 250            | 10            | 0,4           | Dyn-5     | 1,30          | 3,00          | 6            | 2,1          | 520         | 1700 × 700 × 1360                      |
| 250            | 20            | 0,4           | Dyn-5     | 1,30          | 3,20          | 6            | 2,1          | 520         | 1650 × 620 × 1220                      |
| 400            | 10            | 0,4           | Dyn-5     | 1,50          | 4,00          | 6            | 2,0          | 670         | 1770 × 800 × 1500                      |
| 630            | 6             | 0,4           | Dyn-5     | 1,75          | 6,00          | 6            | 1,8          | 670         | 2140 × 1040 × 1600                     |
| 630            | 20            | 0,4           | Dyn-5     | 1,30          | 7,20          | 6            | 1,8          | 670         | 1850 × 800 × 1600                      |
| 1000           | 6             | 0,4           | Dyn-5     | 2,50          | 8,50          | 6            | 1,7          | 820         | 2260 × 1050 × 1600                     |

Notă. 1. Răcire naturală liberă. Mediu de funcționare: încăperi închise, ventilate corespunzător, cu temperatura de -15 ... +35°C și umiditate maximă de 80% la 20°C. Racord pe IT prin cablu neexpus supratensiunilor atmosferice. Grad protecție IP00 (exclusiv 100 kVA) și IP20 (numai 100, 630, 1000 kVA).

2. Furnizor — Intreprinderea de transformatoare Filtiași. La comanda se pot obține și cu alți parametri.



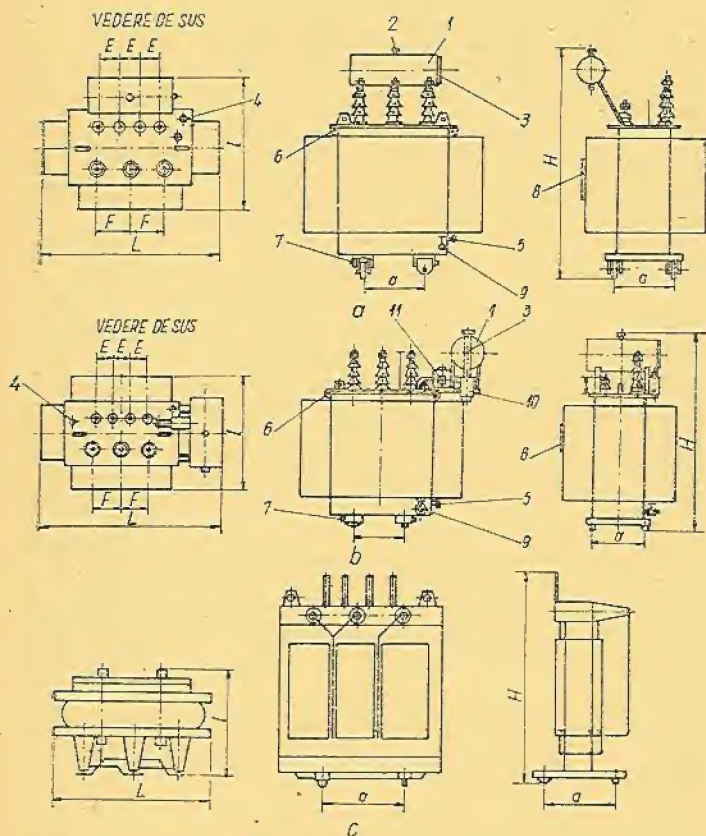


Fig. 6.7. Transformatoare de putere:

a — transformatoare în ulei de 100 ÷ 630 kVA; b — idem, de 1000 ÷ 1600 kVA; c — transformatoare uscate (cotele în § 6.1.3).

6.1.3.3. Transformatoare în ulei cu două înfășurări de medie și înaltă tensiune

| $S_n$ ,<br>MVA | $U_1/U_2$ ,<br>kV | Reglaj | $u_k$ , % | Conexiuni | Bobinaj | $M$ , kg | Răcire |
|----------------|-------------------|--------|-----------|-----------|---------|----------|--------|
| 1              | 2                 | 3      | 4         | 5         | 6       | 7        | 8      |

*Transformatoare monofazate în ulei cu reglaj sub sarcină*

|    |          |                     |      |   |    |        |      |
|----|----------|---------------------|------|---|----|--------|------|
| 16 | 110/27,5 | $\pm 9 \times 1,78$ | 10,5 | I | Cu | 38 400 | ONAN |
|----|----------|---------------------|------|---|----|--------|------|

*Transformatoare trifazate în ulei fără reglaj sau cu reglaj în absența tensiunii*

|     |           |                    |       |        |    |         |      |
|-----|-----------|--------------------|-------|--------|----|---------|------|
| 4   | 10,5/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | Dd-12  | Al | 12 000  | ONAN |
| 4   | 20,5/10,5 | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | YNyn-0 | Cu | 11 000  | ONAN |
| 4   | 22,0/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | YOd-5  | Al | 12 000  | ONAN |
| 6,3 | 22,0/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 8,0   | YOd-5  | Al | 15 400  | ONAN |
| 6,3 | 30,0/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 8,0   | Yy-0   | Al | 14 365  | ONAN |
| 10  | 10,5/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | YOd-5  | Al | 20 450  | ONAN |
| 10  | 22,0/6,3  | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | YOd-5  | Al | —       | ONAN |
| 10  | 22,0/10,5 | $\pm 2 \times 2,5$ | 7,0   | Dd-12  | Al | —       | ONAN |
| 16  | 123/6,3   | —                  | 11,0  | YNd-11 | Al | 32 000  | ONAN |
| 25  | 121/10,5  | —                  | 11,0  | YNd-11 | Cu | 38 400  | ONAN |
| 40  | 121/6,3   | —                  | 15—17 | YNd-11 | Cu | 45 700  | ONAN |
| 40  | 121/10,5  | —                  | 12,0  | YNd-11 | Cu | —       | ONAN |
| 63  | 121/6,3   | —                  | 12,0  | YNd-14 | Cu | 69 600  | ONAN |
| 63  | 121/6,3   | —                  | 17,0  | YNd-5  | Cu | 65 500  | ONAN |
| 80  | 123/10,5  | —                  | 11,5  | YNd-11 | Cu | 87 900  | OFAF |
| 130 | 121/10,5  | —                  | 15—17 | YNd-11 | Cu | 109 000 | OFWF |
| 160 | 123/10,5  | —                  | 12,5  | YNd-11 | Cu | 136 000 | OFAF |
| 190 | 123/15,75 | —                  | 12,5  | YNd-11 | Cu | 149 000 | OFAF |

*Transformatoare trifazate cu reglaj sub sarcină*

|    |          |                     |      |        |    |        |      |
|----|----------|---------------------|------|--------|----|--------|------|
| 10 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 32 430 | ONAF |
| 10 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 32 470 | ONAF |
| 10 | 110/11   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 32 425 | ONAF |
| 10 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 32 390 | ONAF |
| 16 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | Yd-11  | Al | 38 400 | ONAF |
| 16 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | Yd-11  | Al | 38 400 | ONAF |
| 25 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 43 430 | ONAF |
| 25 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YNd-11 | Al | 42 965 | ONAF |
| 25 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 17,0 | YOd-11 | Al | 50 200 | ONAF |
| 25 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 43 430 | ONAF |
| 25 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YNd-11 | Al | 42 965 | ONAF |
| 25 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 17,0 | YOd-11 | Al | 50 200 | ONAF |
| 25 | 110/11   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YNd-11 | Al | 43 025 | ONAF |
| 25 | 110/11   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Al | 43 430 | ONAF |
| 25 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 17,0 | YOd-11 | Al | 50 200 | ONAF |
| 25 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YNd-11 | Al | 42 965 | ONAF |
| 25 | 110/10,5 | $\pm 9 \times 1,78$ | 11,0 | YOd-11 | Cu | 40 000 | ONAF |

| 1  | 2        | 3                   | 4    | 5      | 6  | 7      | 8    |
|----|----------|---------------------|------|--------|----|--------|------|
| 25 | 116/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 14,0 | YNd-11 | Cu | 40 300 | ONAF |
| 40 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Cu | 58 500 | ONAF |
| 40 | 110/10,5 | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Cu | 57 000 | ONAF |
| 40 | 110/20,5 | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,5 | YOd-11 | Cu | 52 700 | ONAF |
| 40 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Al | 56 650 | ONAF |
| 40 | 110/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 55 900 | ONAF |
| 40 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Al | 56 650 | ONAF |
| 40 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 55 900 | ONAF |
| 40 | 110/11   | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Al | 56 650 | ONAF |
| 40 | 110/11   | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 55 900 | ONAF |
| 40 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YOd-11 | Al | 5 6650 | ONAF |
| 40 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 55 900 | ONAF |
| 63 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 55 900 | ONAF |
| 63 | 110/6,6  | $\pm 9 \times 1,78$ | 17,0 | YOd-11 | Al | 73 700 | ONAF |
| 63 | 110/22   | $\pm 9 \times 1,78$ | 12,0 | YNd-11 | Al | 76 700 | ONAF |

## Transformatoare pentru ŋul artificial și servicii interne

|    |           |                     |     |       |    |        |      |
|----|-----------|---------------------|-----|-------|----|--------|------|
| 15 | 10,5/6,3  | $\pm 9 \times 1,78$ | 7,5 | Dd-0  | Cu | 30 600 | OFAF |
| 23 | 15/6,3    | $\pm 9 \times 1,78$ | 7,2 | Dd-12 | Cu | 40 800 | OFAF |
| 23 | 15,75/6,3 | $\pm 9 \times 1,78$ | 7,2 | Dd-12 | Cu | 40 800 | OFAF |
| 25 | 24/6,3    | $\pm 9 \times 1,78$ | 8,0 | Dd-12 | Cu | 41 700 | OFAF |

## 6.1.4. Transformatoare de sudare cu arc electric

| Tipul              |       | TSAM-300        |        |     | TS-130          |       |      |      |
|--------------------|-------|-----------------|--------|-----|-----------------|-------|------|------|
|                    |       | 30              | 60     | 10  | 20              | 30    | 40   | 60   |
| DA, %              | 220 V | 125,0           | 89,00  | 64  | 26,0            | —     | —    | —    |
| I <sub>1</sub> , A | 380 V | 72,0            | 51,00  | 37  | —               | —     | —    | —    |
|                    | 500 V | 55,0            | 39,00  | 28  | —               | —     | —    | —    |
| I <sub>2</sub> , A |       | 420,0           | 300,00 | 220 | 130,0           | 115,0 | 95,0 | 80,0 |
| U <sub>2</sub> , V |       | 37,0            | 32,00  | 28  | 25,2            | 24,2  | 23,4 | 22,6 |
| S, kVA             |       | 27,5            | 19,50  | 14  | 5,7             | —     | —    | —    |
| cos φ              |       | —               | 0,54   | —   | —               | —     | —    | —    |
| η, %               |       | —               | 86,00  | —   | 51,7            | —     | —    | —    |
| Masa, kg           |       | 215             |        |     | 54              |       |      |      |
| Gabarit, mm        |       | 700 × 635 × 805 |        |     | 500 × 240 × 420 |       |      |      |

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este dată în anexă.

2. În tabel s-a încadrat cu linie groasă regimul normal de lucru.

3. Transformatoarele menționate sînt produse de IET-București.

În plus ELECTROBOBINAJUL produce transformatoare de sudură de 200, 300, 500 A, respectiv de 14; 22,5; 37,5 kVA, alimentate la 220; 380 V.



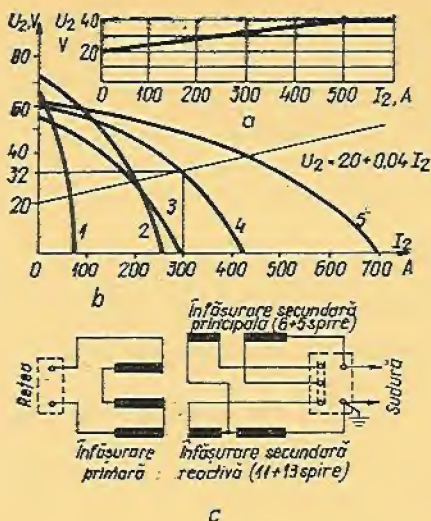


Fig. 6.8. Transformator de sudură TSAM-300:

a — scara curenților de sudură; b — caracteristicile externe pentru treptele de reglaj; c — schema electrică.

### 6.1.5. Exploatarea, întreținerea și repararea transformatoarelor

#### Transformatoare de putere:

— Înainte de montaj — la cererea furnizorului, după transport sau depozitare necorespunzătoare sau după reparații capitale — vor fi controlate vizual la partea decuvabilă (fără decuvare, dacă au guri de om);

— Punerea în exploatare se face după probele legale, urmate de verificarea sistemului de răcire, a circuitelor primare și secundare și a etanșeității cuvei;

— punerea sub tensiune: sub 10 MVA, direct la  $U_n$ ; peste 10 MVA, progresiv de la 0 la 1,1  $U_n$ , după care se fac trei conectări și deconectări în gol;

— În exploatare se va urmări încărcarea transformatoarelor, înregistrându-se orar (în stațiile cu personal permanent) sau cu ocazia controlului (în stațiile fără personal permanent) puterea activă și curentul; la funcționarea în suprasarcină, înregistrările se vor face la 30 minute;

— Controlul transformatorului: o dată pe schimb în stațiile cu personal permanent și de două ori pe lună la celelalte; se verifică: nivelul și temperatura uleiului, curățenia canalelor de scurgerea uleiului, etanșeitatea cuvei, funcționarea instalației de răcire, zgomote anormale;

— La semnalizarea protecției de gaze se va cerceta cauza și dacă este exterioară transformatorului, acesta se va menține în funcțiune;

— La deconectare prin acțiunea protecției contra defectelor interne, se repune în funcțiune numai după verificarea stării instalației și eliminarea eventualelor deteriorări;

— Pentru micșorarea pierderilor, transformatoarele vor funcționa după grafic, funcție de sarcină;

— Transformatoarele de rezervă vor fi menținute continuu în stare bună;

— Cu ocazia reparațiilor se fac și măsurările și încercările prevăzute în instrucțiunile de exploatare;

— Reparațiile curente ale transformatoarelor, cu scoterea de sub tensiune, se fac cel puțin odată pe an; comutatoarele de reglajul tensiunii sub sarcină se repară conform indicațiilor furnizorului;

— Reparațiile mijlocii se fac cel puțin odată la cinci ani iar cele capitale, funcție de constatările făcute cu ocazia celorlalte reparații.

### **Transformatoarele de sudare:**

— Amplasarea utilajului se face cât mai aproape de locul de lucru, cu acces pentru intervenții;

— Înainte de conectare se controlează întreaga instalație și în special starea contactelor legăturilor de protecție, izolației conductoarelor de lucru, furtunului de cauciuc și mijloacelor de protecția muncii;

— Sudura se execută utilizându-se două conductoare: pentru aducerea curentului la electrod se folosesc conducte flexibile izolate în furtunul de protecție; drept conductor de întoarcere (legătura dintre piesa de sudat și sursă) se admit bare de oțel de orice profil, plăci de sudură, stelaje și construcția care se sudează, legăturile respective făcându-se

cu atenție, prin buloane, dispozitive de strângere și cleme (se interzice utilizarea în acest scop a conductelor și construcțiilor metalice ale altor instalații, utilaje sau clădiri);

— Carcasa și borna secundară a transformatorului se leagă la pământ;

— Utilajul se curăță zilnic; izolația conductoarelor de sudare se verifică cel puțin o dată la 3 luni, ( $R_{iz} \geq 0,5 \text{ M}\Omega$ );

— Reparațiile curente se execută odată la 6 luni, iar cele capitale, o dată pe an.

## 6.2. Condensatoare pentru compensarea energiei electrice reactive în rețelele de curent alternativ

| Tipul | $U_n$ , kV | $Q_n$ , kvar | $C_n$ , $\mu\text{F}$ | $L \times l \times H_M$ , mm | $M$ , kg |
|-------|------------|--------------|-----------------------|------------------------------|----------|
| 1     | 2          | 3            | 4                     | 5                            | 6        |

### Condensatoare de joasă tensiune

|               |       |    |       |                             |      |
|---------------|-------|----|-------|-----------------------------|------|
| CS 0,380-15-1 | 0,380 | 15 | 330,0 | $353 \times 103 \times 590$ | 29,0 |
| CS 0,380-15-3 | 0,380 | 15 | 330,0 | $353 \times 103 \times 480$ | 28,0 |
| CS 0,380-20-3 | 0,380 | 20 | 440,0 | $353 \times 103 \times 575$ | 35,0 |
| CS 0,380-5-3  | 0,380 | 5  | 111,0 | —                           | —    |
| CS 0,380-10-3 | 0,380 | 10 | 220,0 | —                           | —    |
| CS 0,500-15-1 | 0,500 | 15 | 193,0 | $325 \times 100 \times 570$ | 32,0 |
| CS 0,500-15-3 | 0,500 | 15 | 193,0 | $325 \times 100 \times 480$ | 32,0 |
| CS 0,525-5-3  | 0,525 | 5  | 58,0  | —                           | —    |
| CS 0,525-10-3 | 0,525 | 10 | 116,0 | —                           | —    |
| CS 0,660-5-3  | 0,660 | 5  | 36,5  | —                           | —    |
| CS 0,660-10-3 | 0,660 | 10 | 73,0  | —                           | —    |
| CS 0,660-15-3 | 0,660 | 15 | 109,5 | —                           | —    |

### Condensatoare de medie tensiune

|                    |        |     |      |                             |      |
|--------------------|--------|-----|------|-----------------------------|------|
| CS 3,64/6,3-25-2E  | 3,640  | 25  | 6,0  | $418 \times 127 \times 510$ | 27,0 |
| CS 3,64/6,3-50-2E  | 3,640  | 50  | 12,0 | $418 \times 127 \times 786$ | 50,0 |
| CS 0,910/6,3-25-2E | 0,910  | 25  | 96,0 | $418 \times 127 \times 510$ | 27,5 |
| CSC 3,64/50-100-2E | 3,640  | 100 | 24,0 | $418 \times 127 \times 800$ | 44,0 |
| CSC 6,06/50-100-2E | 6,060  | 100 | 88,2 | $418 \times 127 \times 800$ | 44,0 |
| CSC 7,20/50-100-2E | 7,200  | 100 | 8,9  | $418 \times 127 \times 800$ | 44,0 |
| CSC 12,1/50-100-1E | 12,100 | 100 | 2,2  | $418 \times 127 \times 800$ | 44,0 |



| 1                  | 2      | 3   | 4     | 5               | 6    |
|--------------------|--------|-----|-------|-----------------|------|
| CSC 3,15/50-100-2E | 3,150  | 100 | 32,1  | 418 × 127 × 800 | 44,0 |
| CSC 5,25/50-100-2E | 5,250  | 100 | 11,55 | 418 × 127 × 800 | 44,0 |
| CSC 6,3/50-100-2E  | 6,300  | 100 | 8,0   | 418 × 127 × 800 | 44,0 |
| CSC 10,5/50-100-2E | 10,500 | 100 | 2,9   | 418 × 127 × 800 | 44,0 |
| CSC 6,06/50-167-2E | 6,060  | 167 | 14,5  | 418 × 127 × 800 | 44,0 |
| CSC 12,1/50-167-2E | 12,100 | 167 | 3,65  | 418 × 127 × 800 | 44,0 |

Notă. 1. Simbolizare: C — condensator pentru îmbunătățirea factorului de putere; S — impregnat cu ulei sintetic clorurat; C — cu dielectric solid (hîrtie din polipropilenă); *prima grupă de cifre*: la CS —  $U_n$  (tensiunea nominală — între bornă și cuvă) sau  $U_n$ /tensiunea între borne, în kV; la CSC —  $U_n$ , în kV/frecvență, în Hz; *a doua grupă de cifre* —  $Q_n$  (puterea nominală), în kvar; *a treia grupă* — nr. fazelor (la JT) sau al bornelor (la MT); E — de exterior.

2. Condensatoarele de MT au rezistențele de descărcare incluse în schema lor internă; pentru cele de JT trebuie montate rezistențe exterioare de descărcare — v. relația (13.4).

### 6.3. Aparat pentru producerea curentului continuu utilizat în instalațiile industriale

#### 6.3.1. Acumulatoare electrice

| Tipul | $U_n$ , V | $C_{10}$ , Ah | $I_i$ , A | Gabaritul, mm   | Masa, kg |
|-------|-----------|---------------|-----------|-----------------|----------|
| 1     | 2         | 3             | 4         | 5               | 6        |
| Le 2  | 2         | 24            | 2,4       | 74 × 125 × 170  | 4,11     |
| Le 3  | 2         | 36            | 3,6       | 96 × 125 × 170  | 5,05     |
| Le 4  | 2         | 48            | 4,8       | 121 × 125 × 170 | 6,80     |
| 2Le 2 | 4         | 24            | 2,4       | 226 × 167 × 256 | 9,90     |

| 1            | 2  | 3   | 4     | 5               | 6      |
|--------------|----|-----|-------|-----------------|--------|
| 2Le 3        | 4  | 36  | 3,6   | 282 × 167 × 256 | 12,20  |
| 2Le 4        | 4  | 48  | 4,8   | 310 × 167 × 256 | 15,90  |
| 3Le 2        | 6  | 24  | 2,4   | 312 × 167 × 256 | 14,75  |
| 3Le 4        | 6  | 48  | 4,8   | 444 × 167 × 256 | 23,85  |
| 6Le 2        | 12 | 24  | 2,4   | 586 × 167 × 256 | 29,00  |
| 6Le 3        | 12 | 36  | 3,6   | 775 × 180 × 256 | 36,10  |
| 6Le 4        | 12 | 48  | 4,8   | 860 × 180 × 256 | 47,50  |
| KL 1         | 2  | 36  | 9,0   | 85 × 215 × 443  | 14,50  |
| KL 2         | 2  | 72  | 18,0  | 120 × 215 × 433 | 21,75  |
| KL 3         | 2  | 108 | 27,0  | 155 × 215 × 433 | 28,75  |
| KBL 1        | 2  | 27  | 6,6   | 85 × 215 × 402  | 12,40  |
| KBL 2        | 2  | 54  | 13,3  | 120 × 215 × 402 | 19,30  |
| L 1          | 2  | 36  | 9,0   | 85 × 215 × 355  | 13,50  |
| L 2          | 2  | 72  | 18,0  | 120 × 215 × 355 | 20,50  |
| L 3          | 2  | 108 | 27,0  | 155 × 215 × 355 | 27,00  |
| L 4          | 2  | 144 | 36,0  | 200 × 215 × 355 | 34,50  |
| L 5          | 2  | 180 | 45,0  | 240 × 215 × 355 | 42,00  |
| L 6          | 2  | 216 | 54,0  | 280 × 215 × 355 | 50,00  |
| L 8          | 2  | 288 | 72,0  | 200 × 215 × 645 | 64,00  |
| L 10         | 2  | 360 | 90,0  | 240 × 215 × 645 | 78,00  |
| L 12         | 2  | 432 | 108,0 | 280 × 215 × 645 | 91,00  |
| L 14         | 2  | 504 | 126,0 | 315 × 215 × 645 | 105,00 |
| L 16         | 2  | 576 | 144,0 | 400 × 215 × 645 | 128,00 |
| L 18         | 2  | 648 | 315,0 | 440 × 215 × 645 | 142,00 |
| III I 100    | 2  | 218 | 54,0  | 106 × 206 × 535 | 37,50  |
| V I 100      | 2  | 363 | 90,0  | 171 × 207 × 535 | 60,50  |
| VI I 100     | 2  | 435 | 103,0 | 203 × 207 × 535 | 73,70  |
| II GO 39     | 2  | 57  | 14,0  | 61 × 148 × 305  | 8,30   |
| III GO 39    | 2  | 85  | 21,0  | 87 × 148 × 305  | 12,30  |
| IV GO 39     | 2  | 114 | 28,0  | 114 × 149 × 305 | 16,20  |
| V GO 39      | 2  | 142 | 35,0  | 140 × 149 × 305 | 19,90  |
| VIII GO 39   | 2  | 228 | 56,0  | 219 × 150 × 305 | 31,60  |
| 3. VII ZO 50 | 2  | 222 | 42,5  | 300 × 770 × 345 | 150,00 |

Notă: 1. Utilizări generale: telecomunicații (tipurile Le, KL, KBL și L 22 ÷ 28 nementionate în tabel); stații electrice, iluminat siguranță și similare (tipul L 1 ÷ 20); telecomandă feroviară (tipul L 20 ÷ 124).

2. Curentul de utilizare, în A, pentru un anumit timp este dat de relația:

$$I = C_{10}/t,$$

unde C este capacitatea acumulatorului, în Ah, dată în tabel pentru 10 h, iar t este timpul de utilizare.

## 6.3.2. Redresoare

| Nr. crt. | Tipul | $U_a$ , V | $I_a$ , A | $U_r$ , V | $I_r$ , A |
|----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1        | 2     | 3         | 4         | 5         | 6         |

*Redresoare pentru*

|    |                       |           |      |            |        |
|----|-----------------------|-----------|------|------------|--------|
| 1  | PMG 6/12/24-10        | 220       | 1,8  | 6/12/24    | 10     |
| 2  | PMG 6/12/24-20        | 220       | 4,0  | 6/12/24    | 20     |
| 3  | PMG 48-10             | 220       | 4,0  | 48         | 10     |
| 4  | PMG 6/12/24/48-63/30  | 220       | 10,5 | 6/12/24/48 | 63/30  |
| 5  | PMG 6/12/24/48-100/50 | 220       | 16,0 | 6/12/24/48 | 100/50 |
| 6  | PTG 80-25             | 3×380/220 | 5/9  | 80         | 25     |
| 7  | PTG 220-10            | 3×380/220 | 5/9  | 220        | 10     |
| 8  | PTG 80-40             | 3×380/220 | 7/13 | 80         | 40     |
| 9  | PTG 160-20            | 3×380/220 | 7/13 | 160        | 20     |
| 10 | PTG 320-10            | 3×380/220 | 7/13 | 320        | 10     |
| 11 | PTG 80-125            | 3×380     | 25,0 | 80         | 125    |
| 12 | PTG 160-60            | 3×380     | 25,0 | 160        | 60     |
| 13 | PTG 320-30            | 3×380     | 25,0 | 320        | 30     |

*Redresoare pentru alimentare în*

|    |                     |         |          |      |      |
|----|---------------------|---------|----------|------|------|
| 14 | AMGF 6-1            | 120/220 | 0,4/0,25 | 6    | 1    |
| 15 | AMGF 2,5-1          | 120/220 | 0,15/0,1 | 2,5  | 1    |
| 16 | AMGF 4-1            | 120/220 | 0,3/0,2  | 4    | 1,0  |
| 17 | AMFG 2×60-2         | 120/220 | —        | 2×60 | 2,0  |
| 18 | PMGF 24-8 (siliciu) | 220     | 1,5      | 24   | 8,0  |
| 19 | TIMG 180-2          | 120/220 | 6,0/3,5  | 180  | 2,0  |
| 20 | TIMG 260-1,5        | 120/220 | 6,5/3,5  | 260  | 1,5  |
| 21 | SR 2-2              | 160—240 | 0,2      | 2    | 2,0  |
| 22 | SR 12-6             | 160—240 | 1,0      | 12   | 6,0  |
| 23 | SR 15-1             | 220     | 0,2      | 15   | 1,0  |
| 24 | SR 24-24            | 220     | 5,0      | 24   | 24,0 |
| 25 | SR 80-8             | 220     | 7,0      | 80   | 8,0  |
| 26 | AMG 6-0,5           | 220     | 0,05     | 6    | 0,5  |



cu seleniu

| Reglajul tensiunii<br>redresate, V | Compo-<br>nentă alter-<br>nativă, mV | Gabarit<br>$L \times l \times H$ , mm | Masa<br>kg | RS |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------|----|
| 7                                  | 8                                    | 9                                     | 10         | 11 |

încărcarea acumulatorilor

|   |   |                  |       |        |
|---|---|------------------|-------|--------|
| 6 ÷ 8, 1,5, 4 ÷ 6, 6;                                   | — | 260 × 200 × 290  | 10,0  | 74916  |
| 12 ÷ 16, 2; 10, 8 ÷ 13, 2;<br>24 ÷ 32, 4; 21, 6 ÷ 26, 4 | — | 300 × 200 × 290  | 14,0  | 75039A |
| 48 ÷ 64, 8; 43, 2 ÷ 52, 8                               | — | 300 × 200 × 290  | 14,0  | 75093B |
| ca nr. crt. 1(2) + 3                                    | — | 525 × 305 × 380  | 44,0  | 75240  |
| ca nr. crt. 1(2) + 3                                    | — | 685 × 360 × 545  | 85,0  | 74950  |
| 60 ÷ 80   | — | 300 × 330 × 440  | 45,0  | 75875  |
| 180 × 220   | — | 300 × 330 × 440  | 45,0  | 75785  |
| 60 ÷ 80   | — | 450 × 480 × 530  | 100,0 | 73269A |
| 120 ÷ 160   | — | 450 × 480 × 530  | 100,0 | 73269B |
| 240 ÷ 320   | — | 450 × 480 × 530  | 100,0 | 73269C |
| 12 ÷ 80   | — | 715 × 570 × 1550 | 300,0 | 74756  |
| 110 ÷ 160   | — | 715 × 570 × 1550 | 300,0 | 75080A |
| 220 ÷ 320   | — | 715 × 570 × 1550 | 300,0 | 75237  |

zambon cu baterii de acumulatori

|         |   |                 |      |        |
|---------|---|-----------------|------|--------|
| —       | — | 250 × 220 × 175 | 10,0 | 70888A |
| —       | — | 250 × 220 × 175 | 10,0 | 70888B |
| —       | — | 208 × 150 × 128 | 3,2  | 70460  |
| —       | — | 500 × 320 × 220 | 30,2 | 7599A  |
| 4—24    | — | 330 × 200 × 220 | 15,0 | 75750  |
| 90—190  | — | 450 × 350 × 450 | 37,0 | 7273A  |
| 130—280 | — | 450 × 350 × 450 | 37,0 | 7273B  |
| —       | — | 155 × 210 × 150 | 5,0  | 70418  |
| —       | — | 220 × 300 × 175 | 8,0  | 70026  |
| —       | — | 220 × 240 × 175 | 8,0  | 70028  |
| —       | — | 400 × 650 × 650 | 80,0 | 70025  |
| 70—80   | — | 400 × 650 × 650 | 80,0 | 70145  |
| —       | — | 135 × 50 × 55   | 0,5  | 75222  |

| 1  | 2              | 3   | 4    | 5   | 6    |
|----|----------------|-----|------|-----|------|
| 27 | AMG 6-0,5 (T3) | 220 | 0,05 | 6   | 0,5  |
| 28 | PMGF 6-6       | 220 | 0,6  | 6   | 6,0  |
| 29 | PMGF 10-10     | 220 | 1,0  | 10  | 10,0 |
| 30 | PMGF 110-2     | 220 | 2,0  | 110 | 2,0  |

*Redresoare cu*

|    |                   |           |          |    |       |
|----|-------------------|-----------|----------|----|-------|
| 31 | AMGFS 12-0,8      | 220       | 0,25     | 12 | 0,8   |
| 32 | AMGFS 12-1,6      | 220       | 0,35     | 12 | 1,6   |
| 33 | AMGFS 12-3        | 220       | 0,6      | 12 | 3,0   |
| 34 | APMFS 24-0,6 (T3) | 220       | 0,2      | 24 | 0,6   |
| 35 | AMGFS 24-1        | 220       | 0,3      | 24 | 1,0   |
| 36 | AMGFS 24-1,6      | 220       | 0,5      | 24 | 1,6   |
| 37 | AMGFS 24-2,5      | 220       | 0,7      | 24 | 2,5   |
| 38 | AMGFS 24-3        | 220       | 0,7      | 24 | 3,0   |
| 39 | AMGFS 36-2        | 220       | 0,7      | 36 | 2,0   |
| 40 | AMGFS 24-6        | 220       | 2,5-3,5  | 24 | 6,0   |
| 41 | PMGFS 24-6        | 220       | 3,5      | 24 | 6,0   |
| 42 | PMGFS 24-10       | 220       | 4,5      | 24 | 10,0  |
| 43 | PMGFS 25-25       | 3×380     | 3,0      | 25 | 25,0  |
| 44 | PMGFS 25-50       | 3×380     | 5,0      | 25 | 50,0  |
| 45 | PMGFS 25-100      | 3×380     | 8,0      | 25 | 100,0 |
| 46 | PMGFS 25-250      | 3×380     | 25,0     | 25 | 250,0 |
| 47 | PMGFS 50-4        | 220       | 2,0      | 50 | 4,0   |
| 48 | AMGFS 52-2        | 120/220   | 3,0/1,75 | 52 | 2,0   |
| 49 | PMGFS 52-4        | 120/220   | 6,5/3,5  | 52 | 4,0   |
| 50 | PMGFS 52-6        | 220       | 4,5      | 52 | 6,0   |
| 51 | PMGFS 52-10       | 120/220   | 10/5     | 52 | 8,0   |
| 52 | AMGFS 52-10       | 120/220   | 10/5     | 52 | 8,0   |
| 53 | PMGFS 52-25       | 3×380/220 | 5/10     | 52 | 25,0  |
| 54 | PMGFS 52-32       | 3×380/220 | 8/14     | 52 | 32,0  |
| 55 | PMGFS 50-60       | 3×380     | 10,0     | 60 | 60,0  |
| 56 | PMGFS 50-100      | 3×380     | 25,0     | 50 | 100,0 |
| 57 | PMGFS 50-120      | 3×380     | 20,0     | 50 | 120,0 |
| 58 | PMGFS 50-250      | 3×380     | 35,0     | 50 | 250,0 |
| 59 | PMGFS 36-16       | 220       | 5,0      | 36 | 16,0  |

Notă. 1. Componenta alternativă psfometrică pentru redresoarele nr. crt. 39 ... 41, 52 ... 58 valorile sînt redată cu baterie (fără baterie), iar

2. Produse de Întreprinderea ELECTROMAGNETICA București.

| 7    | 8 | 9           | 10   | 11    |
|------|---|-------------|------|-------|
| —    | — | 135×50×55   | 0,5  | 75222 |
| 2-6  | — | 355×185×270 | 11,0 | 73030 |
| 4-10 | — | 355×185×270 | 16,0 | 73026 |
| —    | — | 355×185×270 | 16,0 | 73151 |

## tensiunea stabilizată

|               |         |              |       |                        |
|---------------|---------|--------------|-------|------------------------|
| 11,5-13,5±10% | 60      | 310×160×110  | 3,5   | 74300A                 |
| 11,5-13,5±10% | 60      | 310×160×175  | 4,5   | 74300B                 |
| 11,5-13,5±10% | 60      | 310×250×175  | 7,0   | 74300C.                |
| 24±5%         | 2,0     | 260×95×95    | 3,0   | 72890                  |
| 24±5%         | 2,0     | 260×95×130   | 5,0   | 74600                  |
| 24-27±5%      | 2,4     | 300×150×175  | 6,5   | 73015                  |
| 24±5%         | 2,4     | 300×257×175  | 12,0  | 73056C,D               |
| 24-27±5%      | 2,4     | 300×160×175  | 7,0   | 75153A                 |
| 36±5%         | 2(5)    | 300×257×175  | 12,0  | 75056B                 |
| 24-32±2%      | 2,4(5)  | 710×260×240  | 45,0  | 73028                  |
| 24-27±2%      | 2,4(5)  | 470×350×930  | 90,0  | 72590                  |
| 24-27±2%      | 2,4     | 470×350×930  | 80,0  | 72596                  |
| 24-27±2%      | 20(7,5) | 600×400×1200 | 150,0 | 73272A,B               |
| 24-27±2%      | 20(7,5) | 650×520×1550 | 250,0 | 73273                  |
| 24-27±2%      | 20(7,5) | 600×500×2180 | 320,0 | 73274B,C               |
| 24-27±2%      | 20(7,5) | 705×685×2300 | 500,0 | 73275B                 |
| 50-54±2%      | —       | 600×285×200  | 28,0  | 73584                  |
| 50-54±2%      | —       | 405×320×140  | 20,0  | 72271                  |
| 50-54±2%      | —       | 470×350×930  | 60,0  | 72134B <sub>1</sub> ,B |
| 50-54±2%      | —       | 470×350×930  | 70,0  | 72135C                 |
| 50-54±2%      | —       | 470×350×950  | 80,0  | 75941A                 |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 815×290×210  | 65,0  | 7541B                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 600×400×1200 | 210,0 | 72136                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 600×400×1200 | 210,0 | 72918                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 660×505×1500 | 250,0 | 73000                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 700×640×1800 | 450,0 | 75450                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 660×505×1500 | 300,0 | 73001                  |
| 50-54±2%      | 2(5)    | 800×790×1940 | 700,0 | 74755                  |
| 24-40±5%      | —       | 465×375×205  | 30,0  | 75290                  |

cu tensiune stabilizată este măsurată cu voltmetru electronic; pentru  
pentru 43 ... 46, pînă la frecvența de 300 Hz (peste această frecvență).



### 6.3.3. Redresoare cu tiristoare

| Simbolul<br>Tipul<br>$U_n, V/I_n, A$ | Con-<br>struc-<br>ție | Gamă de reglaj<br>$U_n, V_{c.c.}$ |           | Gamă de reglaj relee |                 |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------|-----------------|
|                                      |                       | Automat                           | Manual    | $U_m, V_{c.c.}$      | $U_M, V_{c.c.}$ |
| RUT-24/110                           | B                     | 24 ÷ 30                           | 15 ÷ 35   | 20 ÷ 24              | 30 ÷ 35         |
| RUT-24/250                           | B                     | 24 ÷ 30                           | 15 ÷ 35   | 20 ÷ 24              | 30 ÷ 35         |
| RUT-24/630                           | A                     | 24 ÷ 30                           | 15 ÷ 35   | 20 ÷ 24              | 30 ÷ 35         |
| RUT-110/30                           | C                     | 110 ÷ 125                         | 70 ÷ 145  | 90 ÷ 110             | 125 ÷ 145       |
| RUT-110/63                           | B                     | 110 ÷ 125                         | 70 ÷ 145  | 90 ÷ 110             | 125 ÷ 145       |
| RUT-110/100                          | B                     | 110 ÷ 125                         | 70 ÷ 145  | 90 ÷ 110             | 125 ÷ 145       |
| RUT-220/30                           | C                     | 220 ÷ 250                         | 140 ÷ 290 | 180 ÷ 220            | 220 ÷ 290       |
| RUT-220/63                           | B                     | 220 ÷ 250                         | 140 ÷ 290 | 180 ÷ 220            | 220 ÷ 290       |
| RUT-220/100                          | B                     | 220 ÷ 250                         | 140 ÷ 290 | 180 ÷ 220            | 220 ÷ 290       |
| RUT-220/200                          | A                     | 220 ÷ 250                         | 140 ÷ 290 | 180 ÷ 220            | 220 ÷ 290       |
| RUT-220/400                          | A                     | 220 ÷ 250                         | 140 ÷ 290 | 180 ÷ 220            | 220 ÷ 290       |

Notă. 1. Redresoarele tip RUT au utilizare generală. Schema bloc este dată în fig. 6.9, a unde: IST-3M — sursă de tensiune stabilizată; IAE-X — amplificator de ieșire pentru impulsurile de aprinderea tiristoarelor; IBCG-3Y — bloc comandă pe grilă; IBR-7M — bloc reglare; IBVPP — bloc de valori prescrise și praguri de tensiune minimă și maximă; IPB-3 — bloc de protecție; UX-TT2 — traductor de tensiune; UX-TC2 — traductor de curent; Ve — ventilator (numai la varianta A); MTS — modul trafo sincronizare; T — transformator; R — redresor cu tiristoare; P — priză de curent.

Echiparea se face în dulapuri în variantele menționate în coloana 2 a tabelului și schițate în fig. 6.9, b.

2. Pentru galvanizări și electrolyze se produc redresoare:

- Tip R-CCT(R) variantele 135, 250, 430, 630 A cu trafo încorporat, cu sau fără comandă la distanță, cu sau fără programator; gabarit și masă: 800 × 700 × 2100 mm — circa 750 kg;

- Tip R-CPR(R) variantele 1250, 2500, 3750, 5000 A cu trafo separat, cu sau fără comandă la distanță, cu sau fără programator; gabarite și mase: DC — 636 × 736 × 280 mm — circa 500 kg, DFN — 736 × 1036 × 2040 mm — circa 1000 kg, DFR — 1436 × 1036 × 2040 mm — circa 2000 kg;

• Pentru curenți mai mari pînă la 15 kA, redresoare modulate R-CPT(R)<sub>i</sub> — 1×3750 2×3750 3×3750 4×3750 A; fiecare modul în dulap 1000×900×2500 mm — circa 1250 kg; răcire prin schimbător de căldură 800×1000×2000 — circa 2000 kg, care poate servi 3 module; transformator separat, cu sau fără comandă la distanță.

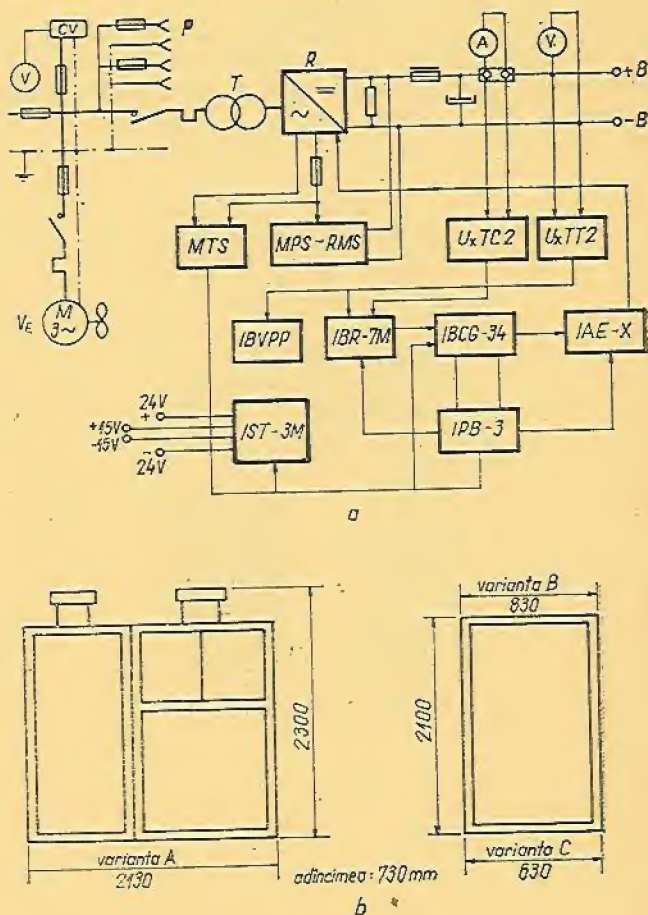


Fig. 6.9. Redresoare tip RUT:

a — schema bloc (v. § 6.3.3 — nota 1); b — variante de echipare (idem — coloana 2).

### 6.3.4. Bloc de alimentare pentru curentul continuu operativ din stațiile electrice, tip BACC

Utilizare: sursă de tensiune redresată, pentru alimentarea părții logice a schemelor de protecție (relee RI, RS, RTp) și a bobinelor de acționare ale întreruptoarelor, în instalațiile cu curent alternativ.

Caracteristici:  $I_n = 5$  sau  $10$  A  $U_n = 100$  sau  $220$  V c.a.,  $110$  V c.c.;  $M = 5$  kg;  $220 \times 226 \times 130$  mm.

Observație: dispozitivul este adaptat pentru bobinele de acționare MR2, MR3, care se rebobinează cu CuEm- $\varnothing 0,23$  mm — 7 200 spire —  $R = 425 \Omega$ .

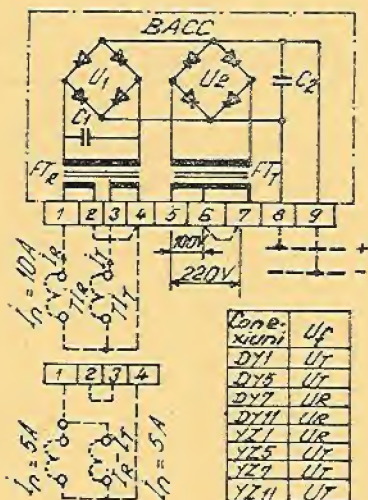


Fig. 6.10. Bloc de alimentare BACC



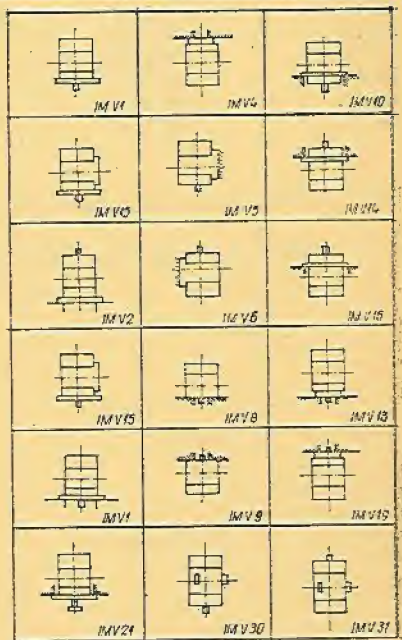
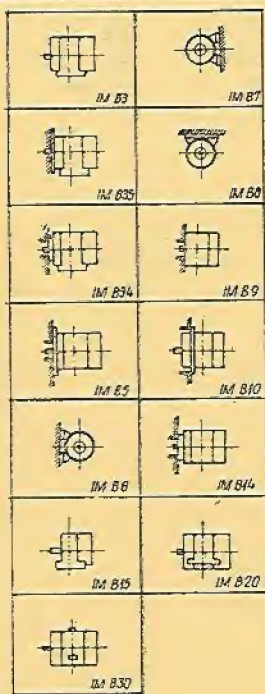
## 7. MAȘINI ELECTRICE

### 7.1. Generalități

#### 7.1.1. Formele de construcție ale mașinilor electrice

Mașini cu ax orizontal — IMB

Mașini cu ax vertical — IMV



Notă: 1. Semnificația simbolurilor: IM — simbol de bază, adoptat pe plan internațional; B — mașini cu axa orizontală; V — mașini cu axa verticală.

2. Corespondența dintre simbolurile codurilor I și II, conform STAS 3998/1;2-74:

| Cod I  | Cod II  | Cod I  | Cod II  |
|--------|---------|--------|---------|
| IM B3  | IM 1001 | IM V4  | IM 3211 |
| IM B5  | IM 3001 | IM V5  | IM 1011 |
| IM B6  | IM 1051 | IM V6  | IM 1031 |
| IM B7  | IM 1061 | IM V8  | IM 9111 |
| IM B8  | IM 1071 | IM V9  | IM 9131 |
| IM B9  | IM 9101 | IM V10 | IM 4011 |
| IM B10 | IM 4001 | IM V14 | IM 4031 |
| IM B14 | IM 3601 | IM V15 | IM 2011 |
| IM B15 | IM 1201 | IM V16 | IM 4131 |
| IM B20 | IM 1101 | IM V18 | IM 3611 |
| IM B30 | IM 9201 | IM V19 | IM 3631 |
| IM B34 | IM 2101 | IM V21 | IM 3015 |
| IM B35 | IM 2001 | IM V30 | IM 9211 |
| IM V1  | IM 3011 | IM V31 | IM 9231 |
| IM V2  | IM 3231 | IM V36 | IM 2031 |
| IM V3  | IM 3031 | —      | —       |

### 7.1.2. Marcarea capetelor înfășurărilor și a bornelor

#### Marcarea capetelor libere ale înfășurărilor

| Specificație                         | Marca           |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1                                    | 2               |
| <i>Mașini de curent continuu:</i>    | Început-sfârșit |
| — indus (rotor)                      | A1 — A2         |
| — poli auxiliari:                    | B1 — B2         |
| • înfășurare cu două capete          | 1(2)B1 — 1(2)B2 |
| • înfășurare din două jumătăți       |                 |
| — înfășurarea de compensație:        | C1 — C2         |
| • înfășurare cu două capete          | 1(2)C1 — 1(2)C2 |
| • înfășurare din două circuite       |                 |
| — înfășurarea de excitație serie:    | D1 — D2         |
| • înfășurare cu două capete          | D1 — D2, D3, D4 |
| • idem, plus două prize intermediare | E1 — E2         |
| — înfășurare de excitație derivație  |                 |

| 1  | 2   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>— înfășurare de excitație separată (inclusiv înfășurarea de excitație a mașinilor sincrone): <ul style="list-style-type: none"> <li>• înfășurare cu două capete</li> <li>• idem, din 2 jumătăți (legare serie — paralel)</li> </ul> </li> <li>— înfășurări ajutătoare (corectoare poli auxiliari, captare variații flux etc.) pe axa directă</li> <li>— înfășurări ajutătoare pe axa transversală</li> <li>— la legarea în serie a înfășurărilor (v. exemplificarea în schemele din § 7.1.3)</li> </ul> <p><i>Mașini de c.a. fără colector trifazate:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— capetele de fază scoase în vederea legării în triunghi sau în stea (început — sfârșit)</li> <li>— conexiune interioară în triunghi cu trei capete scoase</li> <li>— idem, stea cu 4 capete scoase (3 faze și nul);</li> <li>— idem, stea fără nul scos</li> <li>— înfășurare secționată în două jumătăți pentru legare serie sau paralel (început-sfârșit)</li> <li>— înfășurare cu prize intermediare cu 6 capete scoase pentru comutarea numărului de poli</li> </ul> <p><i>Mașini de c.a. fără colector bifazate:</i></p> <p><i>Mașini monofazate (stator):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— înfășurarea principală <ul style="list-style-type: none"> <li>• cu două capete libere</li> <li>• din două jumătăți</li> </ul> </li> <li>— înfășurare auxiliară</li> </ul> <p><i>Mașini sincrone — înfășurarea de excitație</i></p> <p><i>Circuite speciale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— protecție termică</li> <li>— încălzire</li> <li>— alimentare frână electromagnetică c.c. (c.a.)</li> <li>— legături de egalizare</li> <li>— legare la pământ</li> </ul> | <p>F1 — F2<br/>F1 — F2</p> <p>F1 — F2; F5 — F6</p> <p>H1 — H2</p> <p>J1 — J2</p> <p>Simbolul extremităților libere</p> <p>Stator (rotor)<br/>U1—U2; V1—V2; W1—W2 (K1—K2; L1—L2; M1—M2)<br/>U, V, W<br/>(K, L, M)<br/>U, V, W, N (K, L, M, Q)</p> <p>U, V, W (K, L, M)<br/>U1—U2+U5—U6; V1—V2+V5—V6; W1—W2+W5—W6<br/>2U, 2V, 2W—1U, 1V, 1W</p> <p>U, V (K, L)</p> <p>U1 — U2<br/>U1—U2; U5—U6<br/>Z1 — Z2</p> <p>v. mașini c.c.</p> <p>P<br/>I</p> <p>Z(F)<br/>=</p> <p>STAS 1590-64</p> |



**Notă.** Pentru mașini de gabarit pînă la 132 mm înălțime inclusiv, simbolul literar pentru marcarea capetelor libere ale înfășurărilor poate fi înlocuit prin cablu sau indicator colorate:

| Cablul   | Indicator      | Trifazat |            |           | Monofazat |
|----------|----------------|----------|------------|-----------|-----------|
|          |                | Y; Δ     | pentru Y-Δ | 2 turatii |           |
| albastru | albastru lung  | U        | U1         | 2U        | U1        |
| negru    | negru lung     | V        | V1         | 2V        | Z1        |
| roșu     | roșu lung      | W        | W1         | 2W        | U5        |
| violet   | albastru scurt |          | U2         | 1U        | U2        |
| alb      | negru scurt    | N        | V2         | 1V        | Z2        |
| verde    | roșu scurt     |          | W2         | 1W        | U6        |

### Marcarea bornelor

Marcajul pe placa de borne nu este obligatoriu. Cînd se face, va avea simbolul capătului liber al înfășurării conectate la borna respectivă; cînd la aceeași bornă se leagă mai multe capete de bobine, se poate face:

● marcaj compus din suma marcajelor succesive (complete sau numai literele) în ordine alfabetică, separate printr-o liniuță între cifre;

● marcaj simplificat: simbolul complet sau numai litera simbolului înfășurării celui mai apropiat de începutul alfabetului (v. exemplele din § 7.1.3).

**Observație.** Modulurile de marcarea a capetelor libere ale înfășurărilor și a bornelor mașinilor electrice respectă prevederile STAS 3530-71.

#### 7.1.3. Executarea conexiunilor la borne

|                           | Tipul                         | Rotire dreapta | Rotire stînga |
|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|
| 1                         | 2                             | 3              | 4             |
| Mașini de curent continuu | Motor sau generator derivație |                |               |
|                           | Motor serie                   |                |               |

| 1                           | 2                                       | 3         | 4           |             |
|-----------------------------|---|-----------|-------------|-------------|
| Mașini de curent continuu   | Generator serie                         |           |             |             |
|                             | Motor cu excitație mixtă adițională     |           |             |             |
|                             | Generator cu excitație mixtă adițională |           |             |             |
|                             | Tipul                                   | Pentru YΔ | Conexiune Y | Conexiune Δ |
| Mașini de curent alternativ | Mașină trifazată sator                  |           |             |             |
|                             | Mașină mofazată sator                   |           |             |             |

Notă. S-au indicat marcasele bornelor posibile conform § 7.1.2.

### 7.1.4. Serviciile mașinilor electrice

Serviciile tip ale mașinilor electrice (fig. 7.1):

- S1 — continuu: funcționare în regim constant pe durată suficientă atingerii echilibrului termic;

- S2 — de scurtă durată: funcționarea în regim constant pe o durată determinată sub cea necesară atingerii echilibrului termic, urmată de o perioadă de repaus suficientă revenirii la temperatura mediului de răcire;

- S3 — intermitent periodic: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de funcționare în regim constant

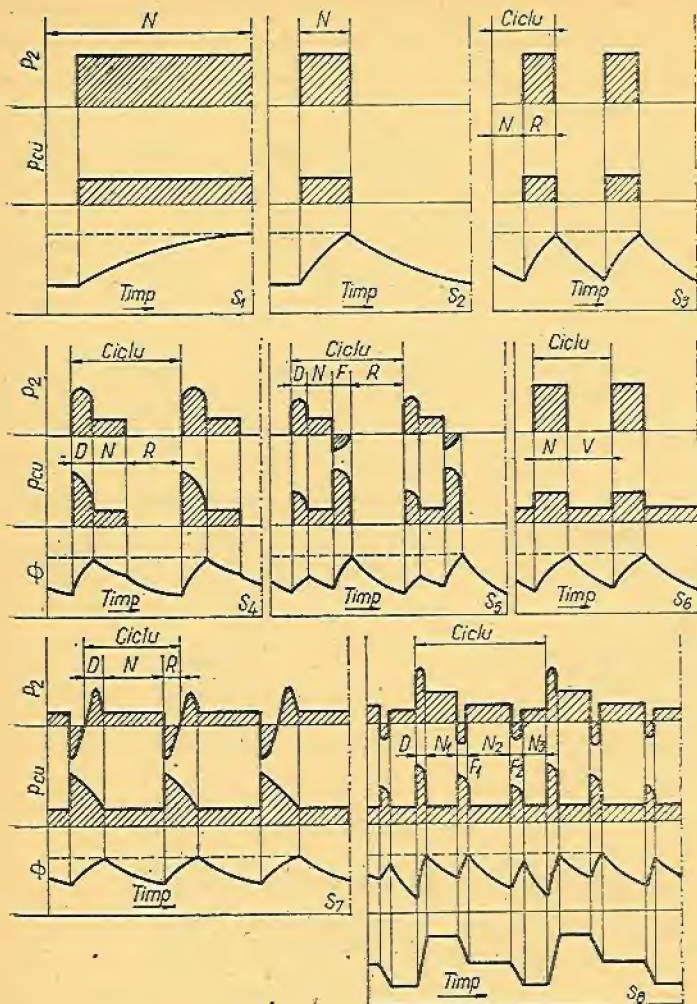


Fig. 7.1. Serviciile mașinilor electrice:

$\Theta$  — temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $p_{cu}$  — pierderile în înfășurări;  $P_2$  — sarcina;  $v$  — viteza;  $N$  — funcționare în regim nominal;  $N_1, N_2, N_3$  — idem, la viteze diferite;  $R$  — repaus;  $F_1, F_2, F_3$  — perioade de frinare electrică;  $V$  — perioade de funcționare în gol;



și o perioadă de repaus, suficiente pentru atingerea echilibrului termic în cursul unui ciclu și în care curentul de pornire nu influențează sensibil încălzirea;

- S4 — intermitent periodic cu o perioadă de pornire: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, urmată de funcționarea în regim și apoi de repaus fără atingerea echilibrului termic în cursul unui ciclu și în care curentul de pornire influențează sensibil încălzirea;

- S5 — intermitent periodic, cu perioade de pornire și frânare electrică: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, alta de regim constant, a treia de frânare electrică rapidă și ultima de repaus, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- S6 — neîntrerupt periodic cu sarcină intermitentă: succesiune de cicluri, fiecare cu o perioadă de funcționare în regim constant și alta de funcționare în gol, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- S7 — neîntrerupt periodic cu perioade de pornire și frânare: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, alta de funcționare în regim constant și a treia de frânare electrică, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- S8 — neîntrerupt periodic cu modificări de viteză: succesiune de cicluri identice, fiecare incluzând o perioadă de pornire, alta de funcționare în regim constant corespunzătoare unei viteze predeterminate, urmată de una sau mai multe perioade de funcționare în alte regimuri constante corespunzătoare unor viteze de rotație diferite, toate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu.

**Serviciul nominal** — unul dintre serviciile tip indicate mai sus, ales pentru funcționarea mașinii.

### 7.1.5. *Proprietățile și domeniile principale de utilizare ale motoarelor electrice de uz curent*

| Tipul motorului | Proprietățile | Utilizarea |
|-----------------|---------------|------------|
|-----------------|---------------|------------|

#### *Motoare de curent continuu*

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Serie              | Cuplu de pornire mare. Suportă supraîncărcări (la tensiune constantă). Se ambalează în gol, deoarece turația variază cu sarcina | Tracțiune, pompe ventilatoare  |
| Derivație          | Cuplu de pornire mic. Nu suportă supraîncărcări mari. Nu se ambalează în gol, avînd turație constantă                           | Mașini de ridicat, mașini-unelte cu turație constantă (strunguri etc.) |
| Mixtă diferențială | Cuplu mic la pornire. Turație constantă   | Instalații de țesătorie  |
| Mixtă adițională   | Cuplu de pornire mare. Suportă supraîncărcări. Turația variază cu sarcina   | Laminoare, prese de forfecare, pompe, ventilatoare, mașini de ridicat  |

#### *Motoare de curent alternativ*

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| Sincron            | Se pornesc în asincron sau cu motor auxiliar (de antrenare). Cuplul crește cu sarcina. Turație constantă (de sincronism). La suprasarcini mari iese din sincronism. Supraexcitat, debitează în rețea energie reactivă. | Grupuri convertizoare, mașini de mare putere cu turație constantă, compensator sincron      |
| Asincron trifazat  | Cuplu și curenți de pornire mari. Turație aproape constantă. Factor de putere scăzut la mers în gol, 0,3–0,5, iar la plină sarcină 0,8–0,9.  | În toate domeniile de acționare, avînd o mare pondere în utilizări industriale              |
| Asincron monofazat | Aproximativ același proprietăți ca și ale motorului asincron trifazat. Nu are sens de turație stabilit, necesitînd pentru aceasta un dispozitiv special de pornire   | Cînd sînt necesare puteri mici și nu se dispune de rețea trifazată (aparate electrocasnice) |

## 7.2. Motoare asincrone

### 7.2.1. Ecuații și caracteristici de funcționare principale

Schema echivalentă pe baza căreia se determină ecuațiile și caracteristicile de funcționare este dată în fig. 7.2, *a*, în care:

$U_1$ ,  $I_1$ ,  $R_1$ ,  $X_1$  sînt respectiv tensiunea, curentul, rezistența și reactanța inductivă de scăpări pe fază ale circuitului statoric;

$I_2$ ,  $R_2'$ ,  $X_2'$  sînt respectiv curentul, rezistența și reactanța inductivă de scăpări pe fază ale circuitului rotor, raportate la stator;

$I_{10}$ ,  $R_0$ ,  $X_0$  sînt curentul de mers în gol la sincronism, rezistența echivalentă pierderilor în fier, reactanța inductivă echivalentă a fluxului de magnetizare;

$s = (n_1 - n)/n_1$  este alunecarea;

$n_1 = 60f/p$  este turația de sincronism, în rot/min;

$n$ ,  $f$ ,  $p$  sînt respectiv: turația reală, frecvența tensiunii de alimentare, numărul de perechi de poli;

$\omega_1 = 2\pi n_1/60$  este viteza unghiulară de sincronism.

Ecuațiile de funcționare corespunzătoare fig. 7.2, *a*:

$$\begin{aligned}\underline{U}_1 &= \underline{I}_0 \underline{Z}_m + \underline{I}_1 \underline{Z}_1 \\ \underline{I}_1 \underline{Z}_2' &= \underline{I}_0 \underline{Z}_m \\ \underline{I}_1 + \underline{I}_2' &= \underline{I}_0\end{aligned}\quad (7.1)$$

Cuplul electromagnetic (fig. 7.2, *b*):

$$M = \frac{\phi m_1 U_1^2 R_2' / s}{2 \pi f [(R_1 + R_2' / s)^2 + (x_1 + x_2')^2]} \quad (7.2)$$

unde:  $m_1$  este numărul de faze statorice: restul v. sus.

Variația cuplului în timpul pornirii depinde de felul acesteia, care se poate face:

— la motoarele cu rotorul în scurtcircuit, prin conectare la rețeaua de alimentare: direct (fig. 7.2, *b*), prin comutator stea-triunghi (fig. 7.2, *c*), prin autotransformator de pornire sau prin bobină de reactanță\*;

\* Scheme electrice în fig. 11.6, 11.7.



— la motoarele cu rotor cu inele: cu reostat de pornire în circuitul rotoric (fig. 7.2, *d*)\*.

Caracteristicile de funcționare principale: fig. 7.2, *e*.

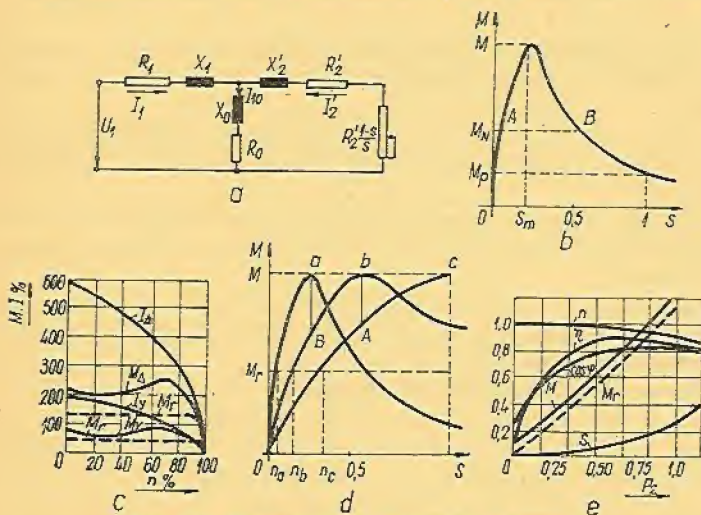


Fig. 7.2. Funcționarea motorului asincron:

*a* — schema electrică echivalentă; *b* — variația cuplului motorului cu rotor în scurtcircuit la pornire directă; *c* — idem, prin conectare stea-triunghi; *d* — idem, la raportul cu inele colectoare; *e* — caracteristici de funcționare.

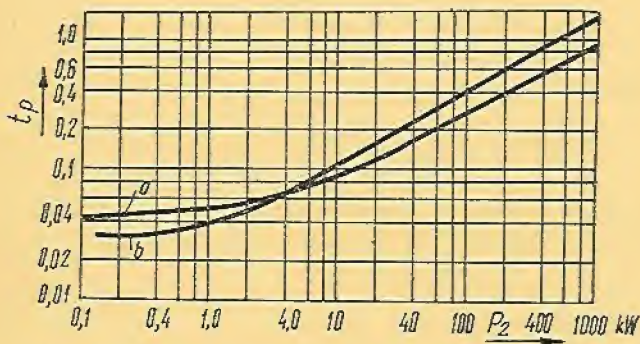


Fig. 7.3. Timpul de pornire în gol al motorului asincron:

*a* — cu răcire interioară; *b* — cu ventilație exterioră.

\* Scheme electrice în fig. 11.6, 11.7.

7.2.2. Puterile, tensiunile și turațiile nominale normate ale motoarelor electrice asincrone trifazate

| Puterile nominale,<br>kW   | n,<br>rot/<br>min<br>la<br>50 Hz   | Tensiunile nominale |  |                         |                                 |                       |                                      |
|--|--|---------------------|--|-------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|  |  | Caracteristici      |  |                         | În exploatare                   |                       |                                      |
|  |  | Rotor               | U <sub>n</sub> , V                     | Conexiuni               | U <sub>n</sub> , V              | Serviciu              | Pornire                              |
| 0,06—0,09—0,12—<br>0,18—0,25—0,37—<br>0,55—0,75—1,1—<br>1,5—2,2—3—4—5,5<br>—7,5—11—15—18,5<br>—22—30—37—40—<br>55—75—90—110<br>—132  | 3000—<br>1500—<br>1000—<br>750—<br>600—<br>500   | în<br>colivie       | <u>220</u><br>380<br>380<br>500<br>660 | Δ/Y<br>Δ<br>Δ<br>Y<br>Y | 220<br>380<br>380<br>500<br>660 | Δ<br>Y<br>Δ<br>Δ<br>Y | Y—Δ; Δ<br>Y<br>Y—Δ; Δ<br>Y—Δ; Δ<br>Y |
|  |  | bobinat             | <u>220</u><br>380<br>500<br>660        | Δ/Y<br>Y<br>Y<br>Y      | 220<br>380<br>500<br>660        | Δ<br>Y<br>Y<br>Y      | prin<br>reostat<br>rotoric           |
| {125)—132—(150)<br>—160—(185)—200—<br>{220)—250—(280)<br>—(300)—315—(335)<br>—(375)—400—(425)<br>—(450—475)—500—<br>{530—560—600)—<br>630—(670—720)—<br>{750)—800—(850)—<br>{900—950)—1000—<br>{1120)—1250—<br>{1400)—1600—<br>{1800)—2000 | 3000—<br>1500—<br>1000—<br>750—<br>600—<br>500—<br>(428—<br>375—<br>333—<br>300—<br>272—<br>250) | U <sub>n</sub><br>V | Nr.<br>poli                            | IP44                    |                                 | IP21S...IP23S         |                                      |
|  |  |                     |  | Puteri nominale, kW     |                                 |                       |                                      |
|  |  |                     |  | max.                    | min.                            | max.                  | min.                                 |
|  |  | 220—                | 2                                      | 315                     | —                               | 315                   | —                                    |
|  |  | 380—                | 4                                      | 315                     | —                               | 315                   | —                                    |
|  |  | 660—                | 6                                      | 250                     | —                               | 315                   | —                                    |
|  |  | (500)               | 8                                      | 200                     | —                               | 250                   | —                                    |
|  |  |                     | 10                                     | 160                     | —                               | 200                   | —                                    |
|  |  |                     | 12                                     | 132                     | —                               | 160                   | —                                    |
|  |  | 6000—               | 2                                      | —                       | —                               | —                     | 200                                  |
|  |  | (3000—              | 4                                      | —                       | 160                             | —                     | 200                                  |
|  |  | 3300—               | 6                                      | —                       | 160                             | —                     | 200                                  |
|  |  | 6600)               | 8÷12                                   | —                       | 132                             | —                     | 160                                  |

Notă. În paranteză sînt trecute valori admise pentru comenzi speciale.  
Pentru frecvența de 60 Hz turațiile nominale, în rot/min: 3600—1800—  
1200—900—720—600—(514—450—400—360—327—300).

7.2.3. Motoare electrice asincrone trifazate cu o singură turatie, de utilizare curentă în acționări electrice

| P <sub>n</sub> , kW | n<br>% |   | cos φ | $\frac{M_p/M_n}{M_M/M_n}$ |   | $\frac{I_p}{I_n}$ | GD <sup>2</sup><br>daNm <sup>2</sup> | n<br>% | cos φ | $\frac{M_p/M_n}{M_M/M_n}$ |   | $\frac{I_p}{I_n}$ | GD <sup>2</sup><br>daNm <sup>2</sup> |
|---------------------|--------|---|-------|---------------------------|---|-------------------|--------------------------------------|--------|-------|---------------------------|---|-------------------|--------------------------------------|
|                     | 2      | 3 |       | 4                         | 5 |                   |                                      | 7      |       | 8                         | 9 |                   |                                      |
| 1                   |        |   |       |                           |   |                   |                                      |        |       |                           |   | 10                | 11                                   |

| Tip AT — Electromotor — Timișoara     |    |      |   |         |     |   |  |      |         |     |   |                      |   |
|---------------------------------------|----|------|---|---------|-----|---|--|------|---------|-----|---|----------------------|---|
| n <sub>s</sub> = 750 rot/min (8 poli) |    |      |   |         |     |   | n <sub>s</sub> = 1000 rot/min (6 poli) |      |         |     |   |                      |   |
| 0,37                                  | —  | —    | — | —       | —   | — | 66                                     | 0,67 | 1,6/2,0 | 4,0 | — | 665.10 <sup>-5</sup> | — |
| 0,55                                  | 66 | 0,63 | — | 1,7/2,0 | 4,0 | — | 69                                     | 0,68 | 1,7/2,0 | 4,5 | — | 886.10 <sup>-6</sup> | — |
| 0,75                                  | 69 | 0,65 | — | 1,7/2,0 | 4,5 | — | 71                                     | 0,70 | 1,8/2,0 | 4,5 | — | 164.10 <sup>-4</sup> | — |
| 1,1                                   | 72 | 0,67 | — | 1,7/2,0 | 4,5 | — | 73                                     | 0,71 | 2,0/2,2 | 4,5 | — | 202.10 <sup>-4</sup> | — |
| 1,5                                   | 75 | 0,69 | — | 1,7/2,0 | 4,5 | — | 75                                     | 0,72 | 2,0/2,2 | 5,5 | — | 390.10 <sup>-4</sup> | — |
| 2,2                                   | 78 | 0,70 | — | 1,7/2,0 | 5,0 | — | 77                                     | 0,74 | 2,0/2,2 | 5,5 | — | 585.10 <sup>-4</sup> | — |
| 3                                     | 80 | 0,72 | — | 1,7/2,0 | 5,0 | — | 79                                     | 0,75 | 1,8/2,0 | 6,0 | — | 107.10 <sup>-3</sup> | — |
| 4                                     | 81 | 0,73 | — | 1,7/2,0 | 5,5 | — | 81                                     | 0,76 | 1,8/2,0 | 6,0 | — | 147.10 <sup>-3</sup> | — |
| 5,5                                   | 83 | 0,75 | — | 1,6/2,0 | 5,5 | — | 83                                     | 0,77 | 1,8/2,0 | 5,0 | — | 206.10 <sup>-3</sup> | — |
| 7,5                                   | 84 | 0,76 | — | 1,6/2,0 | 5,5 | — | 84                                     | 0,78 | 1,8/2,0 | 6,0 | — | 343.10 <sup>-3</sup> | — |
| 11                                    | 86 | 0,77 | — | 1,6/2,0 | 5,5 | — | 85                                     | 0,79 | 1,6/2,0 | 6,0 | — | 460.10 <sup>-3</sup> | — |
| 15                                    | 87 | 0,78 | — | 1,6/2,0 | 6,0 | — | 86                                     | 0,81 | 1,6/2,0 | 6,0 | — | 540.10 <sup>-3</sup> | — |
| 18,5                                  | 88 | 0,79 | — | 1,6/2,0 | 6,0 | — | 87                                     | 0,82 | 1,6/2,0 | 6,5 | — | 910.10 <sup>-3</sup> | — |
| 22                                    | 89 | 0,80 | — | 1,6/2,0 | 6,0 | — | 88                                     | 0,83 | 1,6/2,0 | 6,5 | — | 966.10 <sup>-3</sup> | — |
| 30                                    | —  | —    | — | —       | —   | — | 89                                     | 0,84 | 1,6/2,0 | 7,0 | — | 1,25                 | — |
| 37                                    | —  | —    | — | —       | —   | — | 90                                     | 0,84 | 1,6/2,0 | 7,0 | — | 1,56                 | — |

| n <sub>s</sub> = 1500 rot/min (4 poli) |    |      |   |         |     |   | n <sub>s</sub> = 3000 rot/min (2 poli) |      |         |     |   |         |   |
|--|----|------|---|---------|-----|---|--|------|---------|-----|---|---------|---|
| 0,25                                   | 62 | 0,72 | — | 1,6/2,0 | 4,5 | — | —                                      | —    | —       | —   | — | —       | — |
| 0,37                                   | 65 | 0,74 | — | 1,6/2,0 | 4,5 | — | 66                                     | 0,79 | 1,9/2,2 | 5,5 | — | 0,00165 | — |
| 0,55                                   | 70 | 0,75 | — | 1,8/2,0 | 5,5 | — | 71                                     | 0,81 | 1,9/2,2 | 5,5 | — | 0,00234 | — |



| 1    | 2  | 3    | 4       | 5   | 6       | 7  | 8    | 9       | 10  | 11      |
|------|----|------|---------|-----|---------|----|------|---------|-----|---------|
| 0,75 | 72 | 0,76 | 1,8/2,2 | 5,5 | 0,00569 | 73 | 0,82 | 1,9/2,2 | 6,0 | 0,00342 |
| 1,1  | 73 | 0,78 | 2,0/2,2 | 6,0 | 0,01242 | 74 | 0,84 | 2,0/2,2 | 6,0 | 0,0481  |
| 1,5  | 76 | 0,79 | 2,0/2,2 | 6,0 | 0,0163  | 77 | 0,85 | 2,0/2,2 | 6,5 | 0,00825 |
| 2,2  | 79 | 0,80 | 2,2/2,4 | 6,5 | 0,0240  | 79 | 0,85 | 2,0/2,2 | 6,5 | 0,0105  |
| 3    | 81 | 0,81 | 2,2/2,4 | 6,5 | 0,0340  | 80 | 0,86 | 2,2/2,4 | 6,5 | 0,01665 |
| 4    | 82 | 0,82 | 2,2/2,4 | 6,5 | 0,0468  | 82 | 0,86 | 2,2/2,4 | 7,0 | 0,0235  |
| 5,5  | 84 | 0,83 | 2,0/2,2 | 6,5 | 0,0805  | 83 | 0,87 | 2,0/2,2 | 7,0 | 0,0457  |
| 7,5  | 86 | 0,84 | 2,0/2,2 | 6,5 | 0,0965  | 85 | 0,87 | 2,0/2,2 | 7,0 | 0,0611  |
| 11   | 87 | 0,84 | 2,0/2,4 | 6,5 | 0,265   | 86 | 0,87 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,164   |
| 15   | 88 | 0,85 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,336   | 87 | 0,87 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,196   |
| 18,5 | 89 | 0,85 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,400   | 88 | 0,88 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,224   |
| 22   | 89 | 0,85 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,502   | 88 | 0,89 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,360   |
| 30   | 90 | 0,86 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,860   | 89 | 0,89 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,830   |
| 37   | 90 | 0,86 | 1,8/2,2 | 7,0 | 1,340   | 90 | 0,89 | 1,8/2,2 | 7,0 | 0,865   |
| 45   | 91 | 0,86 | 1,8/2,2 | 7,0 | 1,600   | 90 | 0,89 | 1,8/2,2 | 7,0 | 1,070   |
| 55   | 91 | 0,86 | 1,8/2,2 | 7,0 | 2,000   | 90 | 0,90 | 1,8/2,2 | 7,0 | 1,340   |

## Motoare cu cuplu mărit

|      | Tip CM — 1500 rot/min   |         |     | Tip CM — 3000 rot/min |         |         |
|------|-------------------------|---------|-----|-----------------------|---------|---------|
|      | 87                      | 88      | —   | 86                    | 87      | 88      |
| 11   | 0,78                    | 2,8/3,0 | 8,5 | 0,82                  | 3,0/3,0 | 8,5     |
| 15   | 0,78                    | 3,0/3,2 | 8,5 | 0,84                  | 3,0/3,0 | 8,5     |
| 18,5 | —                       | —       | —   | 0,85                  | 3,0/3,0 | 8,5     |
|      | Tip ASID — 1500 rot/min |         |     | Tip CM — 1000 rot/min |         |         |
|      | 89                      | —       | —   | 75                    | 0,62    | 2,4/2,9 |
| 18,5 | 0,84                    | 1,8/—   | 5,5 | —                     | —       | —       |
| 2,6  | —                       | —       | —   | —                     | —       | —       |

Notă. Motoare închise cu ventilație exterioară. Construcție/gabarit: IMB3, 5, 6, 7, 8, 35; IMV1, 3, 5, 6/71...250 și IMB14; 34; IMV18; 19/71...112; se pot executa și în atestare navală. Grad de protecție: IP44, IP54, IP55. Clasă de izolație B.

Tensiune nominală: AT — 380/220; 500 V; CM — 1500 și 3000 rot/min — 380 V, 1000 rot/min 220/380 V; ASID — 380 V.

## 7.2.4. Motoare electrice asincrone cu mai multe turații pentru acționări generale

| $P_n$ , kW | $n$ , rot/min | $n$ , % | $\cos \varphi$ | $I_p/I_n$ | $M_p/M_n - M_M/M_n$ |
|------------|---------------|---------|----------------|-----------|---------------------|
| 1          | 2             | 3       | 4              | 5         | 6                   |

### Motoare cu două viteze

#### Tip MTS — cu înfășurări separate

|         |           |           |           |         |                 |
|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
| 18/11   | 2940/1460 | 87,0/81,5 | 0,78/0,92 | 7,8/7,8 | 1,5/1,5—2,0/2,0 |
| 1,4/0,9 | 1450/960  | 78,0/69,0 | 0,78/0,60 | 7,0/5,5 | 1,8/1,9—2,2/2,2 |
| 5,5/2,1 | 1450/950  | 82,0/78,0 | 0,80/0,75 | 6,5/6,5 | 1,8/1,8—2,0/2,0 |
| 7,5/2,5 | 1450/950  | 86,5/78,0 | 0,85/0,76 | 7,0/6,5 | 1,7/1,8—2,0/2,2 |
| 7,5/5,5 | 1450/950  | 81,0/80,0 | 0,70/0,60 | 7,0/7,0 | 1,6/1,6—2,0/2,0 |
| 10/7    | 1450/950  | 81,0/80,0 | 0,70/0,60 | 7,0/7,0 | 1,6/1,6—2,0/2,0 |
| 13/9    | 1450/950  | 81,0/80,0 | 0,70/0,60 | 7,0/7,0 | 1,6/1,6—2,0/2,0 |
| 11/6    | 960/725   | 84,5/81,0 | 0,65/0,60 | 5,0/5,0 | 2,0/2,2—2,2/2,4 |

#### Tip ATV — cu înfășurări separate

|           |          |           |           |         |                 |
|-----------|----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
| 0,37/0,12 | 1420/950 | 56,0/42,0 | 0,80/0,76 | 3,6/3,0 | 1,4/1,4—1,8/1,7 |
| 0,55/0,18 | 1395/920 | 58,0/46,0 | 0,80/0,72 | 4,0/3,0 | 1,6/2,4—1,9/1,8 |
| 1/0,34    | 1450/910 | 68,0/51,0 | 0,76/0,77 | 4,9/3,0 | 1,8/1,1—2,0/1,6 |
| 1,4/0,45  | 1425/945 | 67,0/52,0 | 0,77/0,74 | 4,9/3,2 | 1,7/1,1—2,2/1,5 |
| 2/0,66    | 1430/960 | 76,0/65,0 | 0,82/0,60 | 6,3/4,1 | 1,6/1,5—2,4/1,8 |
| 2,5/0,8   | 1445/965 | 78,0/63,0 | 0,78/0,70 | 6,3/4,3 | 1,8/1,5—2,4/1,9 |
| 3,3/1,0   | 1440/960 | 77,0/58,0 | 0,75/0,65 | 6,0/4,5 | 2,0/1,3—3,0/2,0 |
| 4,5/1,5   | 1440/955 | 82,0/71,0 | 0,84/0,75 | 7,4/4,5 | 2,2/1,1—3,2/1,9 |
| 6,0/2,0   | 1440/970 | 84,0/78,0 | 0,86/0,68 | 7,5/5,5 | 1,9/1,6—2,7/2,8 |

|           |          |           |           |         |                 |
|-----------|----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
| 0,22/0,04 | 1390/650 | 47,0/30,0 | 0,75/0,63 | 3,4/2,1 | 1,6/1,7—1,4/1,9 |
| 0,3/0,06  | 1425/650 | 53,0/30,0 | 0,74/0,65 | 3,7/2,1 | 1,7/1,9—1,8/2,3 |
| 0,5/0,12  | 1400/635 | 62,0/43,0 | 0,76/0,66 | 1,5/1,3 | 1,7/1,5—5,0/3,5 |
| 0,75/0,18 | 1400/630 | 65,0/42,0 | 0,79/0,72 | 4,5/2,3 | 1,8/1,5—2,0/1,7 |
| 1/0,25    | 1400/620 | 69,0/51,0 | 0,70/0,61 | 5,5/2,6 | 2,3/1,8—2,7/1,3 |
| 1,3/0,3   | 1435/675 | 69,0/49,0 | 0,72/0,61 | 5,4/2,9 | 2,3/1,9—2,3/1,9 |
| 2,0/0,5   | 1440/710 | 78,0/64,0 | 0,78/0,58 | 6,1/3,3 | 1,9/1,5—2,9/2,4 |
| 2,5/0,55  | 1450/720 | 80,0/64,0 | 0,77/0,54 | 6,6/3,7 | 2,1/1,7—2,8/2,7 |
| 3,7/0,9   | 1425/690 | 79,0/63,0 | 0,80/0,60 | 6,4/3,0 | 2,4/1,6—3,3/2,2 |
| 5,0/0,9   | 1440/720 | 82,0/74,0 | 0,83/0,60 | 6,8/4,1 | 2,0/1,6—3,5/3,0 |
| 6,8/1,7   | 1455/710 | 80,0/78,0 | 0,74/0,62 | 7,0/3,4 | 2,1/1,3—3,5/2,2 |

#### Tip ATV — cu înfășurări Dahlander

|          |           |           |           |         |                 |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
| 0,75/0,6 | 2800/1420 | 70,0/68,0 | 0,83/0,75 | 6,5/6,5 | 1,8/1,6—2,2/2,2 |
| 2,0/1,5  | 2910/1440 | 69,0/74,0 | 0,70/0,75 | 6,5/6,5 | 1,7/1,9—2,9/2,9 |
| 3,8/3,0  | 2910/1440 | 80,0/81,0 | 0,89/0,82 | 7,5/6,5 | 2,0/1,9—2,4/2,4 |
| 4,0/3,4  | 2920/1450 | 80,0/81,0 | 0,86/0,80 | 7,0/6,5 | 2,0/1,6—2,2/1,8 |
| 6,5/5,2  | 2885/1435 | 81,0/84,0 | 0,87/0,83 | 7,0/6,5 | 2,2/1,8—2,4/2,0 |
| 7,5/6,1  | 2865/1425 | 83,0/84,0 | 0,86/0,83 | 7,5/6,5 | 2,3/1,8—2,5/2,2 |

| 1       | 2         | 3         | 4         | 5       | 6               |
|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------|
| 8,5/7,1 | 2865/1425 | 84,0/85,0 | 0,87/0,84 | 7,5/6,5 | 2,3/1,8-2,5/2,0 |
| 16/7,5  | 2930/1450 | 83,0/86,5 | 0,89/0,83 | 7,0/7,0 | 1,7/1,7-2,0/2,0 |
| 13/10   | 2940/1460 | 85,0/87,5 | 0,89/0,83 | 8,0/7,0 | 1,7/1,5-2,2/2,2 |
| 17/13   | 2900/1435 | 83,0/87,0 | 0,91/0,88 | 7,0/6,5 | 1,5/1,4-2,2/2,2 |
| 22/17   | 2965/1475 | 83,0/88,0 | 0,93/0,88 | 9,0/8,0 | 1,4/1,5-2,0/2,0 |
| 30/22   | 2950/1460 | 84,0/88,0 | 0,94/0,89 | 8,5/8,0 | 1,4/1,4-2,0/2,0 |
| 40/30   | 2950/1470 | 88,0/90,0 | 0,90/0,80 | 8,0/7,0 | 2,0/2,1-2,1/2,6 |
| 1,6/1,9 | 1420/710  | 76,0/66,0 | 0,85/0,56 | 5,2/3,6 | 1,4/1,7-1,7/1,8 |
| 2,2/1,4 | 1430/710  | 79,0/66,0 | 0,87/0,62 | 5,3/3,4 | 1,5/1,7-1,8/2,0 |
| 3,0/2,2 | 1450/710  | 75,0/75,0 | 0,81/0,65 | 7,0/5,0 | 2,2/1,6-2,4/1,8 |
| 4,0/3,0 | 1460/715  | 78,0/75,0 | 0,78/0,70 | 6,5/5,0 | 2,2/1,6-2,4/1,8 |
| 5,2/3,2 | 1455/725  | 81,0/80,0 | 0,85/0,69 | 7,5/7,5 | 1,7/1,5-2,0/2,0 |
| 6,8/4,5 | 1450/720  | 86,5/81,0 | 0,87/0,73 | 7,0/6,5 | 1,7/1,4-2,2/1,9 |
| 9,0/6,0 | 1460/720  | 83,5/83,0 | 0,88/0,73 | 6,5/6,5 | 1,4/1,4-2,0/1,8 |
| 11/7,5  | 1460/720  | 86,0/84,0 | 0,90/0,73 | 7,0/6,5 | 1,4/1,4-2,0/1,9 |
| 14/10   | 1467/730  | 87,0/85,0 | 0,90/0,75 | 6,5/6,5 | 1,2/1,2-2,2/2,0 |
| 18/12   | 1460/720  | 88,0/85,5 | 0,93/0,81 | 7,5/6,5 | 1,5/1,3-2,0/1,9 |
| 30/22   | 1470/730  | 87,0/88,0 | 0,89/0,74 | 8,0/8,0 | 2,0/2,0-2,8/2,8 |

## Motoare cu trei trepte de viteze tip ATT

|                    |                  |          |                    |                 |                             |
|--------------------|------------------|----------|--------------------|-----------------|-----------------------------|
| 0,3/0,11/<br>0,075 | 1410/<br>920/630 | 44/35/29 | 0,75/<br>0,78/0,71 | 3,4/<br>2,3/2,0 | 1,4/1,0/1,2-<br>1,6/1,6/1,0 |
| 0,4/0,15/<br>0,1   | 1425/<br>930/670 | 48/37/34 | 0,74/<br>0,75/0,65 | 3,8/<br>2,5/2,2 | 1,4/1,2/1,7-<br>2,0/1,8/2,0 |
| 0,75/<br>0,25/0,15 | 1420/<br>890/670 | 61/47/37 | 0,79/<br>0,80/0,63 | 4,1/<br>2,5/2,4 | 1,2/1,0/1,4-<br>1,7/1,4/2,2 |
| 1/0,3/<br>0,22     | 1440/<br>920/690 | 60/45/36 | 0,75/<br>0,79/0,61 | 3,6/<br>2,7/2,3 | 1,2/1,0/1,2-<br>2,1/1,7/2,2 |
| 1,5/0,55/<br>0,37  | 1450/<br>960/710 | 76/56/53 | 0,76/<br>0,68/0,59 | 5,4/<br>3,3/2,8 | 1,7/1,5/1,3-<br>2,4/1,9/1,5 |
| 1,9/0,7/<br>0,45   | 1450/<br>965/710 | 74/61/58 | 0,77/<br>0,70/0,59 | 5,4/<br>3,9/2,9 | 1,5/1,3/1,3-<br>2,1/1,7/1,7 |
| 2,4/0,85/<br>0,60  | 1455/<br>955/715 | 74/56/52 | 0,70/<br>0,71/0,52 | 7,2/<br>4,2/4,0 | 2,0/1,2/1,7-<br>3,5/1,7/2,0 |
| 3,1/1,1/<br>0,75   | 1460/<br>970/725 | 79/71/68 | 0,83/<br>0,70/0,60 | 7,7/<br>5,2/4,2 | 1,9/1,4/1,4-<br>2,4/2,3/2,5 |
| 4,4/1,5/<br>1,1    | 1450/<br>970/725 | 78/72/71 | 0,73/<br>0,66/0,60 | 7,7/<br>4,8/3,9 | 2,2/1,4/1,5-<br>3,4/2,5/2,2 |
| 3,4/3,2/<br>2,2    | 1457/<br>937/725 | 84/77/73 | 0,82/<br>0,76/0,52 | 6,0/<br>4,5/3,5 | 1,4/1,3/1,2-<br>1,8/1,6/1,6 |
| 5,3/4,6/<br>3,9    | 1472/<br>968/739 | 86/83/76 | 0,84/<br>0,78/0,58 | 7,0/<br>5,0/4,0 | 1,7/1,6/1,5-<br>1,8:1,8/1,6 |

Notă. Construcție: motoare închise cu ventilație exterioară; grad de protecție: MTS, MTV, MTD-IP44, IP54, IP55 iar ATT-IP44, IP54; forma constructivă — IMB3, 5, 35; clasă izolație B; tensiunea nominală 380 V la 50 Hz.



### 7.2.5. Motoare electrice asincrone trifazate cu inele de utilizare frecventă

| $P_n$ ,<br>kW                   | $n$ ,<br>rot/min | $U_1$ ,<br>V | $I_1$ ,<br>A | $U_2$ ,<br>V | $I_2$ ,<br>A | $\eta$ ,<br>% | $\cos \varphi$ | $\frac{M_M}{M_n}$ | $\frac{GD^2}{daNm^2}$ |
|---------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Tip AFI — de utilizare generală |                  |              |              |              |              |               |                |                   |                       |
| 10,0                            | 1450             | 380          | 22,0         | 315          | 20,4         | 84            | 0,825          | 2,2               | 0,415                 |
| 13,0                            | 1450             | 380          | 27,8         | 257          | 32,7         | 85            | 0,835          | 2,2               | 0,552                 |
| 15,0                            | 1450             | 380          | 33,1         | 296          | 32,4         | 84            | 0,82           | 2,2               | 0,86                  |
| 17,0                            | 1450             | 380          | 35,6         | 408          | 26,6         | 86            | 0,845          | 2,2               | 1,160                 |
| 18,5                            | 1470             | 380          | 39,9         | 380          | 32,0         | 85            | 0,830          | 2,2               | 1,270                 |
| 22,0                            | 1475             | 380          | 45,3         | 442          | 32,0         | 87            | 0,850          | 2,2               | 1,300                 |
| 22,0                            | 1475             | 380          | 46,6         | 404          | 35,0         | 86            | 0,835          | 2,2               | 1,230                 |
| 30,0                            | 1470             | 380          | 62,5         | 410          | 47,0         | 87            | 0,840          | 2,2               | 1,560                 |
| 7,5                             | 970              | 380          | 18,1         | 366          | 13,4         | 82            | 0,770          | 1,8               | 0,630                 |
| 10,0                            | 970              | 380          | 23,5         | 433          | 15,1         | 83            | 0,780          | 1,8               | 0,725                 |
| 13,0                            | 970              | 380          | 29,8         | 418          | 20,6         | 84            | 0,790          | 1,8               | 1,915                 |
| 5,5                             | 730              | 380          | 14,6         | 145          | 14,6         | 80            | 0,720          | 1,8               | 0,937                 |
| 7,5                             | 720              | 380          | 19,2         | 310          | 16,0         | 81            | 0,735          | 1,8               | 0,815                 |
| 10,0                            | 730              | 380          | 24,7         | 353          | 20,6         | 82            | 0,750          | 1,8               | 1,420                 |
| 13,0                            | 730              | 380          | 31,4         | 391          | 22,2         | 83            | 0,76           | 1,8               | 1,652                 |

#### Motoare pentru mașini de ridicat 380 V

| $P_n$ ,<br>kW | $n$ ,<br>rot/min | $U_2$ ,<br>V | $\frac{M_M}{M_n}$ | Tip AIM-E  |                |          | Tip AIFM-E |                |          |
|---------------|------------------|--------------|-------------------|------------|----------------|----------|------------|----------------|----------|
|               |                  |              |                   | $\eta$ , % | $\cos \varphi$ | $GD^2 *$ | $\eta$ , % | $\cos \varphi$ | $GD^2 *$ |
| 5,0           | 1320             | 160          | 2,3               | 77         | 0,78           | 0,11     | 77         | 0,76           | 0,12     |
| 6,3           | 1320             | 160          | 2,8               | 79         | 0,73           | 0,12     | 78         | 0,73           | 0,13     |
| 8,0           | 1350             | 170          | 2,8               | 81         | 0,71           | 0,15     | 79         | 0,71           | 0,16     |
| 3,2           | 850              | 120          | 2,5               | 72         | 0,69           | 0,17     | 67         | 0,64           | 0,18     |
| 4,0           | 840              | 125          | 2,5               | 73         | 0,69           | 0,19     | 72         | 0,64           | 0,20     |
| 5,0           | 840              | 130          | 2,5               | 73         | 0,65           | 0,21     | 72         | 0,60           | 0,22     |
| 2,5           | 660              | 120          | 2,5               | 71         | 0,49           | 0,17     | 65         | 0,53           | 0,18     |
| 3,2           | 660              | 125          | 2,5               | 67         | 0,57           | 0,19     | 66         | 0,56           | 0,20     |
| 4,0           | 660              | 125          | 2,5               | 71         | 0,56           | 0,21     | 70         | 0,55           | 0,22     |

Notă. Utilizare: pentru acționări cu pornire în plină sarcină prin reostat RC3 construit pentru sarcină 1/1 pînă la 40 A (v. § 3.7.3).

Date de construcție:

— tipul AFI: IMB3; 5, IP54 și IP44, clasă izolație B;

— tipul AIM-E: IMB3; 5; 35 și IMV1 — TH, TA, T-1, 2, 3, IPW54, S3 — 40%, clasă izolație B;

— tipul AIFM-E: au și frînă electromagnetică; grad protecție IP54; în rest ca AIM-E.

## 7.3. Mașini electrice sincrone

### 7.3.1. Caracteristici funcționale principale

Sînt arătate în fig. 7.4 în care s-au notat:  $i_e$  — curentul de excitație;  $i_{eo}$  — idem, la mers în gol sub tensiune nominală;  $i_{ek}$  — idem, corespunzător unui scurtcircuit trifazat, simetric de curent egal cu cel nominal;  $I_n$  — curentul nominal;  $I_k$  — curentul permanent de scurtcircuit;  $I_{ko}$  — idem, corespunzător lui  $i_{eo}$ ;  $U_n$  — tensiunea nominală;  $U_f$  — tensiunea de fază.

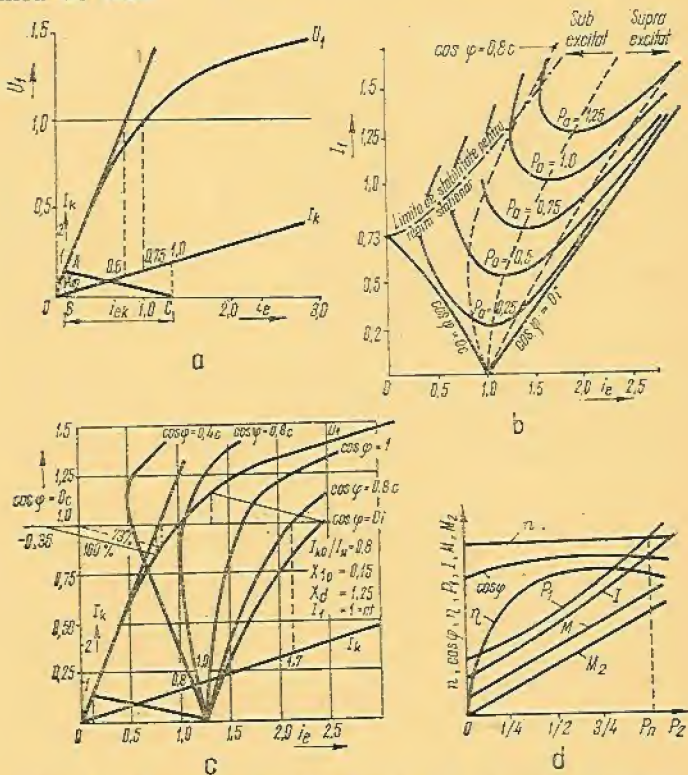


Fig. 7.4. Caracteristicile de principiu ale mașinilor sincrone:

a — caracteristica de mers în gol; b —  $I_a = f(i_e)$  pentru  $U = \text{const}$ ; c —  $U_1 = f(i_e)$  pentru  $I = \text{const.}$ ,  $\cos \varphi = \text{const.}$ ; d — caracteristicile de funcționare ale motoarelor.

### 7.3.2. Generatoare sincrone de uz general

| Tipul     | $P_n$<br>kVA | $n$<br>rot/<br>min | $U_n$<br>V | $\eta$ ,<br>% | $\cos \varphi$<br>— | $U_e$ ,<br>V | $i_e$<br>A | Masa,<br>kg |
|-----------|--------------|--------------------|------------|---------------|---------------------|--------------|------------|-------------|
| SCRM-2T   | 2,0          | 1500               | 110;       | 63,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCRM-3T   | 3,0          | 1500               | 220;       | 66,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCRM-4T   | 4,0          | 1500               | 230        | 70,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCRM-5T   | 5,0          | 1500               | idem       | 72,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCRM-6T   | 6,0          | 1500               | idem       | 74,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCRM-6,2T | 6,2          | 1500               | idem       | 74,0          | 0,8                 | —            | —          | —           |
| SCR-30T   | 30,0         | 1500               | 400Y       | 86,0          | 0,8                 | —            | —          | 320         |
| SCR-38T   | 38,0         | 1500               | 400Y       | 87,0          | 0,8                 | —            | —          | 377         |
| SCR-40T   | 40,0         | 1500               | 400Y       | 88,0          | 0,8                 | —            | —          | 380         |
| SCR-62,5T | 62,5         | 1500               | 400Y       | 89,0          | 0,8                 | —            | —          | 540         |
| SCR-80T   | 80,0         | 1500               | 400Y       | 90,0          | 0,8                 | —            | —          | 550         |
| SCR-100T  | 100,0        | 1500               | 400Y       | 90,0          | 0,8                 | —            | —          | 650         |
| SCR-125T  | 125,0        | 1500               | 400Y       | 91,0          | 0,8                 | —            | —          | 720         |
| SCR-150T  | 150,0        | 1500               | 400Y       | 90,0          | 0,8                 | —            | —          | 760         |
| GSA-M     | 265,0        | 1500               | 400        | 91,3          | 0,8                 | 63           | 107,0      | 1200        |
|           | 590,0        | 1500               | 400        | 94,3          | 0,8                 | 84           | 110,0      | 2000        |
|           | 130,0        | 1000               | 400        | 89,6          | 0,8                 | 62           | 63,0       | 1100        |
|           | 175,0        | 1000               | 400        | 90,3          | 0,8                 | 68           | 71,0       | 1300        |
|           | 245,0        | 1000               | 400        | 90,8          | 0,8                 | 75           | 94,0       | 1500        |
|           | 390,0        | 1000               | 400        | 92,3          | 0,8                 | 95           | 97,5       | 1900        |

Notă: Tipurile SCRM și SCR se compun din generator și tablou electric cu sistem de autoexcitație și autoreglarea tensiunii. Construcție: IMB3 — IP21 (SCRM) și IP23 (SCR). Producție IMEB.

Tipul CSA-M se utilizează la grupurile electrogene ale navelor maritime. Tipul construcției IMB 20. Producție IEP.

### 7.3.3. Motoare sincrone

| Tipul<br>Fur-<br>nizorul | $n$ ,<br>rot/<br>min | $P_n$ ,<br>kW | $U_n$ ,<br>V | $\eta$ ,<br>% | $U_e$ ,<br>V | $I_e$ ,<br>A | Masa,<br>kg | Apara-<br>taj de<br>pornire | Construc-<br>ție |
|--------------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| 1                        | 2                    | 3             | 4            | 5             | 6            | 7            | 8           | 9                           | 10               |
| MSI-D<br>— IEP           | 300                  | 100           | 380          | 88,5          | 27           | 144          | 2150        | TSA-3                       | IMB3 ÷           |
|                          | 300                  | 100           | 500          | 88,5          | 27           | 144          | 2150        | TSA-3                       | OP22S            |
|                          | 300                  | 200           | 380          | 91,0          | 42           | 137          | 2900        | TSA-3                       | idem             |
|                          | 300                  | 200           | 500          | 91,0          | 42           | 137          | 2900        | TSA-3                       | idem             |



| 1              | 2   | 3    | 4    | 5    | 6  | 7   | 8    | 9     | 10                |
|----------------|-----|------|------|------|----|-----|------|-------|-------------------|
|                | 428 | 330  | 6000 | 92,0 | 50 | 135 | 2580 | —     | idem              |
|                | 428 | 330  | 5000 | 92,0 | 50 | 135 | 2580 | —     | idem              |
| MSI-D<br>— IEP | 428 | 500  | 6000 | 92,0 | 80 | 120 | 4000 | TSA-6 | IMB15+<br>ExpIIT3 |
| MSO—           | 600 | 1000 | 6000 | 94,6 | 69 | 114 | 9680 | TSA-6 | IP00              |
| IEP            | 750 | 1250 | 6000 | 90,0 | 70 | 190 | 7500 | TSA-6 | IP00              |
|                | 750 | 1600 | 6000 | 94,0 | 85 | 185 | 9120 | TSA-6 | IP00              |

Notă: 1. Semnificația simbolurilor tipurilor: M — motor; S — sincron; I — protecție IP22; O — protecție IP00; D — excitatoare detașată de motor.

2. Utilizare: MSI — pentru acționarea compresoarelor; MSO — pentru hidroameliorații.

## 7.4. Mașini de curent continuu

### 7.4.1. Ecuații și caracteristici de funcționare

Ecuațiile de funcționare ca generator (fig. 7.5, a), respectiv ca motor (fig. 7.5, b) sînt:

$$R_A I_A + \Delta U_p + U_A = E; \quad R_A + \Delta U_p - U_A = E \quad (7.3)$$

unde:  $E = \phi n \Phi N / a$ .

Puterea, în W, și cuplul electromagnetic, în Nm:

$$P = E I_A = \phi n \Phi N I_A / a; \quad M = P / \Omega = \phi N \Phi I_A / 2 \pi a. \quad (7.4)$$

În aceste relații:  $I_A$  este curentul nominal, în A;  $E$  — tensiunea electromotoare, în V;  $U_A$  — tensiunea la borne, în V;  $\Delta U_p$  — căderea de tensiune pe perii egală cu 1,5...3 V;  $R_A$  — rezistența indusului, în  $\Omega$ ;  $\phi$  — numărul de perechi de poli;  $a$  — numărul de căi de curent;  $N$  — numărul total de conductoare în creștături;  $n$  — turația motorului, în rot/min;  $\Phi$  — fluxul magnetic de excitație, în Wb.

Caracteristicile de funcționare sînt date principal în fig. 7.5, c—f.

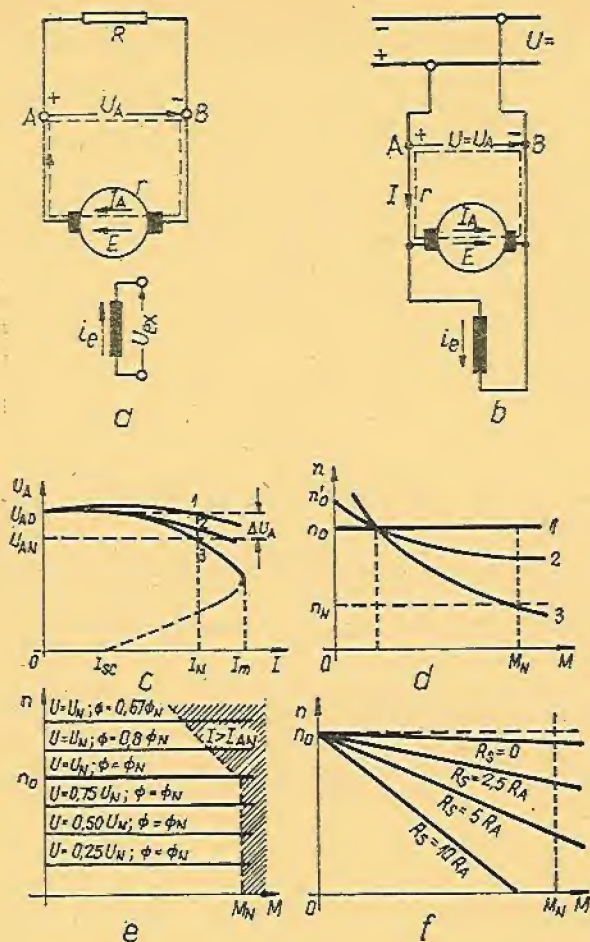


Fig. 7.5. Mașini de curent continuu:

*a* — schema de principiu pentru generator; *b* — idem, pentru motor;  
*c* — caracteristicile externe ale generatorului cu excitație:  
1 — separată; 2 — derivație; 3 — mixtă; *d* — caracteristicile  
mecanice ale motoarelor cu excitație: 1 — derivație; 2 — serie; 3 —  
mixtă; *e* — idem, la reglarea excitației; *f* — reglarea vitezei mo-  
toarelor prin inserierea rezistențelor în circuitul rotorului.

7.4.2. Generatoare de curent continuu de utilizare generală

| Tipul   | $P_n$ ,<br>kW | $U_n$ ,<br>V | Reglajul<br>tensiune | $n$ ,<br>rot<br>min | Excitație       |             | $\eta$<br>% | Protecția | Masa,<br>kg |
|---------|---------------|--------------|----------------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
|         |               |              |                      |                     | Tipul           | $U_n$ , V   |             |           |             |
| Ci 12   | 0,375         | 75           | —                    | 1680                | mixtă           | —           | 73          | IP44      | 30,5        |
| Ce 132M | 3,5           | 115          | —                    | 2880                | mixtă           | —           | 84          | IP21      | 68          |
| GW 2b   | 4,6           | 230          | 85—230—<br>—275      | 1000                | separată        | 169         | 78          | IP44      | 360         |
| Ce 180M | 11            | 115          | 115—40—<br>—30       | 1500                | mixtă           | —           | 85          | IP21      | 180         |
|         | 18,4          | 230          | 230—23               | 2900                | separată        | 110;<br>220 | 88          | IP20      | 170,5       |
| Ce 280S | 27            | 115          | 55—115               | 1460                | idem +<br>serie | 110         | 85          | IP22      | 520         |
|         | 55            | 170          | 120—227              | 1460                | separată        | 110         | 81          | IP22      | 520         |
|         | 55            | 230          | —                    | 3000                | separată        | 220         | 84          | IP22      | 520         |
| Ce 355S | 110           | 220          | —                    | 1500                | separată        | 220         | 90          | IP22      | 1100        |
|         | 110           | 440          | 85—475               | 1460                | separată        | 110         | 90          | IP22      | 1100        |

Notă. 1. Tipul de construcție este IMB3.



## 7.4.3. Motoare de curent con-

| Nr.<br>crt. | Tipul    | $P_n$ , kW/ $U_n$ , V/ $I_n$ , A | Reglajul turație                     |             |
|-------------|----------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------|
|             |          |                                  | $n_m \div n_n \div n_M$ ,<br>rot/min | la $n_M$    |
| 1           | 2        | 3                                | 4                                    | 5           |
| 1           | Ce 80    | 0,55/110/7,2*                    | 100 ÷ 3000 —                         | 0,9 $M_n$   |
| 2           | Ce 80F   | 0,55/180/4,2*                    | 20 ÷ 1725                            | 0,3 $M_n$   |
| 3           | Ce 112L  | 0,95/220/6,0*                    | — 1500 ÷ 2000                        | —           |
| 4           | Ce 112L  | 0,95/110/12                      | — 1500 ÷ 2000                        | —           |
| 5           | Ce 112L  | 2,2/110/25*                      | 100 ÷ 3000 —                         | 0,6 $M_n$   |
| 6           | Ce 112SF | 1,5/180/11,4*                    | 125 ÷ 2500 —                         | 0,5 $M_n$   |
| 7           | Ce 132M  | 2,2/180/15*                      | 85 ÷ 1750                            | 0,5 $M_n$   |
| 8           | Ce 132M  | 3,7/180/25*                      | 125 ÷ 2500 —                         | 0,5 $M_n$   |
| 9           | Ce 132M  | 2,6/220/15*                      | 100 ÷ 2000 —                         | 0,5 $M_n$   |
| 10          | Ce 132M  | 2,66/220/15                      | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 11          | Ce 132M  | 2,66/110/30                      | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 12          | Ce 132M  | 6/220/33,2*                      | 150 ÷ 3150 —                         | 0,5 $I_n$   |
| 13          | Ce 132S  | 1,7/220/10                       | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 14          | Ce 132S  | 1,7/110/20                       | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 15          | Ce 132S  | 3,5/220/20                       | — 3000 ÷ 3600                        | —           |
| 16          | Ce 132S  | 3,5/110/20                       | — 3000 ÷ 3600                        | —           |
| 17          | Ce 132S  | 2,1/440/6,0                      | 20 ÷ 2000 ÷ 3000                     | 0,45 $M_n$  |
| 18          | Ce 132SF | 1,5/380/5,2                      | 200 ÷ 2000 ÷ 3000                    | 0,5 $M_n$   |
| 19          | Cd 42UV  | 2,2/275/10,5                     | 60 ÷ 3000 ÷ 3600                     | $I_n$ = ct. |
| 20          | Ce 160S  | 4/220/22                         | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 21          | Ce 160S  | 4/110/40                         | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 22          | Ce 160S  | 5,5/440/14,8                     | 20 ÷ 2000 ÷ 3000                     | 0,38 $M_n$  |
| 23          | Ce 160SP | 4,5/440/12,2                     | 20 ÷ 2000 ÷ 3000                     | 0,38 $M_n$  |
| 24          | Ce 180M  | 11/220/58                        | —                                    | —           |
| 25          | Ce 160M  | 5,5/220/29,8                     | — 1500 ÷ 2250                        | —           |
| 26          | Ce 180S  | 7,5/220/41                       | 500 ÷ 1500 ÷ 2250                    | M scă-      |
| 27          | Ce 180S  | 7,5/220/82                       | 500 ÷ 1500 ÷ 2250                    | zut         |
| 28          | Ce 160M  | 10/220/53,5*                     | 150 ÷ 3150 ÷ 3600                    | 0,5 $I_n$   |
| 29          | Ce 180M  | 16,5/220/86                      | 260 ÷ 3000 ÷ 3600                    | v.6/        |
| 30          | Ce 180L  | 16; 17,3/220/—                   | 0 ÷ 1500 ÷ 3000                      | —           |
| 31          | C2 280S  | 55/220/280                       | — 1500 —                             | —           |
| 32          | Ce 355S1 | 55/220/283                       | 60 ÷ 600 ÷ 1800                      | —           |
| 33          | Ce 355S1 | 110/440(220)                     | 150 ÷ 1500 ÷ 2250                    | —           |
| 34          | Ci 90    | 0,3/24/18                        | — 3000 —                             | —           |
| 35          | Ci 12    | 0,38/176/3*                      | 90 ÷ 1900 ÷ 2800                     | —           |
| 36          | Ci 12    | 0,5/220/3,1*                     | 90 ÷ 1900 ÷ 3000                     | —           |
| 37          | Ci 12    | 0,37/24/23,0                     | — 1000 —                             | —           |
| 38          | Ci 12    | 0,97/220/5,5                     | 100 ÷ 3000 —                         | —           |
| 39          | Ci 132M  | 0,5/220/3,2*                     | 30 ÷ 750 ÷ 1500                      | —           |
| 40          | Ci 132MF | 1,0/220/6,0                      | 100 ÷ 1500 ÷ 3000                    | —           |

*tinuu de utilizare generală*

| Nr. crt. | Excitația<br>Mod- $U_e$ , V/ $P_e$ /W | Construcție, grad<br>protecție, clasă<br>de izolație | $\eta$ ,<br>% | $J=GD^2/4$ ,<br>kgm <sup>2</sup> | Masa,<br>kg |
|----------|---------------------------------------|--|---------------|----------------------------------|-------------|
| 6        | 7                                     | 8  | 9             | 10                               | 11          |
| 1        | S-110/50                              | Specială-IP10-E                                      | 68            | 0,005                            | 20,0        |
| 2        | S-200/100                             | IMB34;14;18-<br>IP23-B/F                             | 68            | 0,005                            | 24,5        |
| 3        | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 79            | 0,015                            | 47,0        |
| 4        | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 79            | 0,015                            | 47,0        |
| 5        | S-110/50                              | IMB3;10-IP23-E                                       | 80            | 0,015                            | 45,0        |
| 6        | S-200/100                             | IMB35-IP23-F   | 70            | 0,0131                           | 40,0        |
| 7        | S-200/100                             | IMB3-IP23-F  | 80            | 0,0374                           | 65,0        |
| 8        | S-200/100                             | IMB3-IP23-F  | 83            | 0,025                            | 59,0        |
| 9        | S-100/150                             | IMB3-IP21-B  | 80            | 0,0375                           | 70,0        |
| 10       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 80            | 0,0320                           | 69,0        |
| 11       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 80            | 0,0320                           | 69,0        |
| 12       | M-220/150                             | IMB-IP22-F   | 82            | 0,0375                           | 68,0        |
| 13       | M-                                    | IMB3;5-IP22-E  | 73            | 0,025                            | 59,0        |
| 14       | M-                                    | IMB3;5-IP22-E  | 73            | 0,025                            | 59,0        |
| 15       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 80            | 0,025                            | 59,0        |
| 16       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 80            | 0,025                            | 59,0        |
| 17       | M-220/110                             | IMB3-IP21-B/F  | 77            | 0,0375                           | 59,0        |
| 18       | S-110/100                             | IMB5-IP21-F  | 76            | 0,0375                           | 59,0        |
| 19       | S-275/250                             | IMV2-IP22-E  | 75 ÷ 40       | 0,0330                           | 64,0        |
| 20       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 82            | 0,05                             | 85,0        |
| 21       | M-                                    | IMB3-IP22-E  | 82            | 0,05                             | 85,0        |
| 22       | M-220/180                             | IMB3-IP21-F  | 84            | 0,05                             | 85,0        |
| 23       | M-220/155                             | IMB5-IP21-B/F  | —             | 0,05                             | 85,0        |
| 24       | M-                                    | IMB3-IP21-B  | 85            | 0,250                            | 180,0       |
| 25       | M-                                    | IMB3-IP21-E  | 84            | 0,06                             | 95,0        |
| 26       | M-                                    | IMB3-IP21-B  | 83            | 0,15                             | 156,0       |
| 27       | M-                                    | IMB3-IP21-B  | 83            | 0,15                             | 156,0       |
| 28       | M-220/250                             | IMB3-IP21-B  | 83            | —                                | 95,0        |
| 29       | S-110(220)/-                          | IMB3-IP20-E  | 85            | 0,250                            | 180,0       |
| 30       | S-100/800                             | IMB3-IP21-E  | 80/84         | 0,650                            | 392,0       |
| 31       | MS-110(220)/-                         | IMB3-IP21-B  | 89            | 2,300                            | 520,0       |
| 32       | M-140/800                             | IMB3-IP23-B/F  | 89            | 6,000                            | 1200,0      |
| 33       | S-110(220)/-                          | IMB3-IP23-B  | 89            | —                                | 1150,0      |
| 34       | M-                                    | IMB3;34-IP54-F                                       | 67            | 0,005                            | 25,0        |
| 35       | S-180/70                              | IMB14;34-IP44-F                                      | 70            | 0,005                            | 31,5        |
| 36       | S-220/80                              | IMB34-IP44-F   | 70            | 0,005                            | 31,5        |
| 37       | D-24/-                                | IMB35-IP44-F   | 67            | 0,005                            | 31,5        |
| 38       | S-220/60                              | IMB31;34-IP54-F                                      | 80            | 0,050                            | 31,5        |
| 39       | S-220/100                             | IMB3-IP44-F  | 66            | 0,040                            | 69,0        |
| 40       | S+ s-220/100                          | IMB3-IP44-B  | 76            | 0,040                            | 69,0        |

| 1  | 2         | 3              | 4                 | 5      |
|----|-----------|----------------|-------------------|--------|
| 41 | Ci 132M   | 13/220/7,2     | 75 ÷ 1500 ÷ 2300  | —      |
| 42 | Ci 132M   | 1,4/220/7,5*   | 75 ÷ 1500 ÷ 2300  | —      |
| 43 | Ci 132M   | 2,2/220/12,5   | —3000—            | —      |
| 44 | Ci 132L   | 2,4/440/7,0    | 100 ÷ 2000 ÷ 3000 | —      |
| 45 | Ci 160M   | 2,1/220/11,2*  | 75 ÷ 1450 ÷ 2300  | —      |
| 46 | Ci 180M   | 5,0/176/3,4*   | 75 ÷ 1500—        | —      |
| 47 | Ci 180M   | 5,5/220/31     | 100 ÷ 3000—       | M scă- |
| 48 | Ci 180M   | 6,0/220/34*    | 20 ÷ 2000—        | zut    |
| 49 | Ci 180M   | 3,5/220/18*    | 50 ÷ 1000 ÷ 1200  | —      |
| 50 | MCG180L   | 3,6/220/18,4*  | 75 ÷ 1500 ÷ 3000  | —      |
| 51 | MCG250S   | 7,0/220/36*    | 70 ÷ 1450 ÷ 2900  | —      |
| 52 | Ce 132MVF | 5,5/380/16,6*  | 30 ÷ 3000—        | —      |
| 53 | Ce 132MVF | 7,5/380/23,2*  | 30 ÷ 3000—        | —      |
| 54 | MCG180M   | 11,4/380/35,0* | 25 ÷ 2600 ÷ 3020  | —      |
| 55 | MCG180L   | 16,0/380/43,0* | 25 ÷ 1000 ÷ 2700  | —      |

Notă. 1. Tipurile Ce nr. crt. 1...33 sînt autoventilate și scăderea turației implică scăderea cuplului pînă la valoarea indicată în col. 5.

2. Tipuri Ci și MCG nr. crt. 34...51 sînt motoare închise, iar tipurile Ce și MCG nr. crt. 52...55 sînt cu ventilație forțată.

3. Toate tipurile pot funcționa cu turație în ambele sensuri; unele se pot folosi însă numai unidirecțional (nr. crt. 12 și 28). Pentru schimbarea sensului se schimbă poziția ecliselor în cutia de borne.

#### 7.4.4. Motoare de curent continuu alimentate prin convertizoare, pentru acționări principale ale mașinilor-unelte cu comandă numerică

Motoare cu caracteristica  $P_n$  (A)-fig. 3.21

| Tip motor: MCU | $P_m$ , kW | $P_n$ , kW | $n_n$ ,<br>rot/min | $n_m$ ,<br>rot/min | AP,<br>nr. crt. |
|----------------|------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1              | 2          | 3          | 4                  | 5                  | 6               |

#### Seria 300 RPM

|                  |      |      |     |      |    |
|------------------|------|------|-----|------|----|
| 315Y-80-480-07-  | 50,0 | 52,0 | 310 | 2170 | 10 |
| 315Y-80-480-06-  | 50,0 | 56,0 | 340 | 2040 | 10 |
| 315Y-80-480-05-  | 60,0 | 62,0 | 370 | 1850 | 10 |
| 355X-125-500-07- | 75,0 | 82,0 | 330 | 2310 | 11 |
| 355X-125-500-06- | 75,0 | 88,4 | 355 | 2130 | 11 |
| 355X-125-500-05- | 75,0 | 97,0 | 390 | 1950 | 11 |



| 6  | 7         | 8                     | 9  | 10    | 11    |
|----|-----------|-----------------------|----|-------|-------|
| 41 | S-220/100 | IMB3-IP44-F           | 78 | 0,040 | 69,0  |
| 42 | S-190/100 | IMB3-IP54-F           | 79 | 0,040 | 69,0  |
| 43 | M-150/150 | IMV 1-IP44-E          | 79 | 0,040 | 69,0  |
| 44 | S-110/100 | IMB3;IMV15-<br>IP44-F | 78 | 0,045 | 85,0  |
| 45 | S-190/150 | IMB3-IP54-F           | 85 | 0,060 | 85,0  |
| 46 | S-180/150 | IMB3;35-IP44-F        | —  | 0,200 | 180,0 |
| 47 | S-200/100 | IMB3-IP44-E           | 80 | 0,200 | 179,0 |
| 48 | S-110/100 | IMB6-IP44-E           | 80 | 0,200 | 179,0 |
| 49 | S-220/320 | IMB3-IP44-F           | 84 | 0,200 | 180,0 |
| 50 | S-190/250 | IMB3-IP54-F           | 83 | 0,250 | 212,0 |
| 51 | S-190/420 | IMB3-IP44-F           | 85 | 1,450 | 400,0 |
| 52 | S-110/200 | IMB3-IP23-F           | 83 | 0,150 | 105,0 |
| 53 | S-110/200 | IMB3-IP23-F           | 83 | 0,150 | 105,0 |
| 54 | S-220/300 | IMB3-IP23-F           | 85 | 0,200 | 233,0 |
| 55 | S-220/300 | IMB3-IP23-F           | 84 | 0,300 | 310,0 |

4. Puterile nominale sînt pentru serviciul S1 la maximum 40°C.

5. Simbolizare: S, M, s, D — excitație separată, mixtă, serie, derivație;

\* — alimentate prin convertizoare miniatură tip CM (§ 3.7.9—unde s-a trecut nr. crt. al motorului alimentat și comandat de fiecare tip de convertizor).

| 1                | 2    | 3    | 4   | 5    | 6 |
|------------------|------|------|-----|------|---|
| Seria 400 RPM    |      |      |     |      |   |
| 132X-5-625-07-   | 3,2  | 3,2  | 410 | 2870 | 2 |
| 132X-5-625-06-   | 3,2  | 3,5  | 440 | 2650 | 2 |
| 132X-5-625-05-   | 3,2  | 3,9  | 485 | 2420 | 2 |
| 160X-9,3-650-07- | 5,7  | 6,1  | 425 | 2975 | 3 |
| 160X-9,3-650-06- | 5,7  | 6,6  | 460 | 276P | 3 |
| 180L-14-650-07-  | 8,6  | 9,2  | 425 | 2975 | 3 |
| 180L-14-650-06-  | 8,6  | 9,9  | 460 | 2760 | 3 |
| 200L-19-650-07-  | 11,7 | 12,4 | 425 | 2975 | 4 |
| 200L-19-650-06-  | 11,7 | 13,4 | 460 | 2760 | 4 |
| 225L-22-650-07-  | 13,5 | 14,4 | 425 | 2975 | 4 |
| 225L-22-650-06-  | 13,5 | 15,5 | 460 | 2760 | 4 |
| 250L-44-650-07-  | 27,0 | 28,0 | 425 | 2975 | 8 |
| 250L-44-650-07-  | 27,0 | 31,0 | 460 | 2760 | 8 |
| 280X-60-650-06-  | 37,0 | 42,5 | 460 | 2600 | 9 |

| 1                | 2     | 3     | 4   | 5    | 6  |
|------------------|-------|-------|-----|------|----|
| 315Y-80-480-04-  | 66,6  | 69,0  | 460 | 1660 | 10 |
| 315Y-80-480-03-  | 66,6  | 80,0  | 480 | 1440 | 10 |
| 355X-125-500-04- | 100,0 | 108,0 | 430 | 1720 | 11 |

## Seria 500 RPM

|                  |       |       |     |      |      |
|------------------|-------|-------|-----|------|------|
| 132X-5-625-04-   | 4,0   | 4,3   | 540 | 2160 | 2    |
| 132X-6,6-830-07- | 4,0   | 4,3   | 545 | 3800 | 2    |
| 132X-6,6-830-06- | 4,0   | 4,6   | 585 | 3500 | 2    |
| 160X-9,3-650-05- | 7,2   | 7,2   | 500 | 2500 | 3    |
| 160X-12-760-07-  | 7,9   | 7,8   | 540 | 2780 | 3    |
| 160X-9,3-650-04- | 7,1   | 8,0   | 560 | 2250 | 3    |
| 160X-12-760-06-  | 7,9   | 8,5   | 585 | 3500 | 3    |
| 160X-13-925-07-  | 7,0   | 8,5   | 590 | 4000 | 3    |
| 180L-16-750-07-  | 10,6  | 10,5  | 490 | 3440 | 3    |
| 180L-14-650-05-  | 10,8  | 10,8  | 500 | 2250 | 3    |
| 180L-16-750-06-  | 10,6  | 11,3  | 530 | 3180 | 3    |
| 180L-14-650-04   | 10,6  | 12,0  | 560 | 2250 | 3    |
| 180L-16-750-05-  | 10,6  | 12,4  | 580 | 2910 | 3    |
| 200L-19-650-06-  | 14,7  | 14,7  | 500 | 2500 | 5    |
| 200L-19-650-04-  | 14,7  | 16,4  | 560 | 2250 | 5    |
| 225L-22-650-05-  | 17,0  | 17,0  | 500 | 2500 | 5    |
| 225L-22-650-04-  | 16,9  | 19,0  | 560 | 2250 | 5    |
| 250L-44-650-05-  | 34,0  | 34,0  | 500 | 2500 | 8    |
| 250L-44-650-04-  | 34,0  | 38,0  | 560 | 2250 | 8    |
| 280X-60-650-05-  | 46,5  | 46,5  | 500 | 2500 | 9    |
| 315Y-110-650-05- | 85,0  | 85,0  | 500 | 2500 | 11   |
| 355X-125-500-03- | 125,0 | 125,0 | 500 | 1500 | 11   |
| 355X-155-650-05- | 120,0 | 120,0 | 500 | 2500 | v.n. |
| 355X-155-650-04- | 120,0 | 134,0 | 560 | 2250 | v.n. |

## Seria 600 RPM

|                   |      |      |     |      |   |
|-------------------|------|------|-----|------|---|
| 132X-5-625-03-    | 4,8  | 5,0  | 625 | 1875 | 2 |
| 132X-6,6-830-05-  | 4,8  | 5,1  | 645 | 3225 | 2 |
| 160X-13-925-06-   | 8,4  | 9,2  | 640 | 3800 | 3 |
| 160X-9,3-650-03-  | 8,5  | 9,3  | 650 | 1950 | 3 |
| 160X-12-760-05-   | 9,4  | 9,3  | 640 | 3200 | 3 |
| 180L-16-750-04-   | 12,8 | 13,9 | 650 | 2600 | 3 |
| 180L-14-650-03-   | 12,9 | 14,0 | 650 | 1950 | 3 |
| 200L-19-650-03-   | 17,5 | 19,0 | 650 | 1950 | 5 |
| 200L-25-850-05-   | 17,6 | 19,4 | 660 | 3250 | 5 |
| 225L-27,5-810-05- | 20,3 | 21,3 | 630 | 3000 | 5 |
| 225L-22-650-03-   | 20,3 | 22,0 | 650 | 1950 | 5 |
| 250L-44-650-03-   | 40,6 | 44,0 | 650 | 1950 | 7 |
| 280X-60-650-03-   | 55,5 | 60,0 | 650 | 1950 | 9 |

| 1                | 2     | 3     | 4   | 5    | 6    |
|------------------|-------|-------|-----|------|------|
| 280X-72-775-04-  | 55,5  | 62,0  | 670 | 2600 | 9    |
| 315Y-110-650-03- | 101,0 | 110,0 | 650 | 1950 | 11   |
| 315X-155-650-03- | 143,0 | 155,0 | 650 | 1950 | v.n. |

## Seria 700 RPM

|                   |       |       |     |      |    |
|-------------------|-------|-------|-----|------|----|
| 132X-8-1000-06-   | 5,6   | 5,6   | 710 | 4260 | 2  |
| 132X-6,6-830-04-  | 5,5   | 5,7   | 720 | 2880 | 2  |
| 132X-8-1000-05-   | 5,6   | 6,2   | 775 | 3875 | 2  |
| 160X-13-925-03-   | 10,0  | 10,0  | 700 | 3500 | 3  |
| 160X-12-760-04-   | 10,0  | 10,4  | 715 | 2860 | 3  |
| 160X-13-925-04-   | 10,0  | 11,0  | 780 | 3100 | 3  |
| 160X-12-760-03-   | 10,0  | 12,0  | 760 | 2475 | 3  |
| 180L-16-750-03-   | 15,0  | 16,0  | 750 | 2250 | 3  |
| 180L-21-975-05-   | 15,0  | 16,3  | 755 | 3600 | 4  |
| 180L-21-975-04-   | 15,0  | 18,2  | 845 | 3380 | 4  |
| 200L-25-850-04-   | 20,5  | 21,7  | 735 | 2940 | 4  |
| 225L-27,5-810-04- | 23,8  | 23,8  | 700 | 2800 | 4  |
| 250LX-66-850-04-  | 54,0  | 57,0  | 740 | 2960 | 9  |
| 280X-72-775-03-   | 65,0  | 72,0  | 775 | 2325 | 9  |
| 315X-78-770-03-   | 71,0  | 78,0  | 770 | 2500 | 10 |
| 315Y-125-745-03-  | 117,0 | 125,0 | 746 | 2235 | 11 |

## Seria 800 RPM

|                   |       |       |     |      |      |
|-------------------|-------|-------|-----|------|------|
| 132X-6,6-830-03-  | 6,3   | 6,6   | 830 | 2500 | 2    |
| 132X-8-1000-04-   | 6,3   | 6,9   | 865 | 3400 | 2    |
| 132X-10-1215-05-  | 6,3   | 7,2   | 980 | 4300 | 3    |
| 160X-13-925-03-   | 11,2  | 13,0  | 925 | 2700 | 3    |
| 180L-21-975-03-   | 17,2  | 21,0  | 975 | 2925 | 5    |
| 200L-25-850-03-   | 23,5  | 25,0  | 850 | 2550 | 5    |
| 200LX-30-1000-04- | 24,0  | 25,0  | 865 | 3250 | 5    |
| 225L-27,5-810-03- | 27,2  | 27,2  | 810 | 2430 | 5    |
| 225L-34-950-03-   | 28,6  | 34,0  | 950 | 3000 | 7    |
| 250LX-66-860-03-  | 61,4  | 66,0  | 860 | 2580 | 9    |
| 280LX-82-800-03-  | 82,0  | 82,0  | 800 | 2600 | 10   |
| 355Y-180-800-03-  | 180,0 | 180,0 | 800 | 2400 | v.n. |

## Seria 1000 RPM

|                    |      |      |      |      |   |
|--------------------|------|------|------|------|---|
| 132X-8-1000-03-    | 8,0  | 8,0  | 1000 | 3000 | 2 |
| 132X-10-1275-04-   | 7,8  | 8,6  | 1100 | 4300 | 3 |
| 132X-10-1275-03-   | 7,8  | 10,0 | 1275 | 3825 | 3 |
| 132X-12,5-1560-04- | 8,0  | 10,8 | 1350 | 4300 | 3 |
| 132X-12,5-1560-03- | 8,0  | 12,5 | 1560 | 4300 | 3 |
| 160X-17-1150-04-   | 14,8 | 14,7 | 1010 | 4000 | 3 |
| 160X-17-1150-03-   | 14,8 | 17,0 | 1150 | 3510 | 3 |



| 1                  | 2     | 3     | 4    | 5    | 6  |
|--------------------|-------|-------|------|------|----|
| 160X-21,8-1500-03- | 14,5  | 21,8  | 1500 | 4000 | 5  |
| 180L-26-1220-03-   | 21,3  | 26,0  | 1220 | 3600 | 5  |
| 200LX-30-1000-03-  | 30,0  | 30,0  | 1000 | 3000 | 5  |
| 225LX-60-1300-03-  | 46,0  | 60,0  | 1300 | 3000 | 9  |
| 250L-75-1125-03-   | 66,6  | 75,0  | 1125 | 3000 | 9  |
| 250L-88-1300-03-   | 67,7  | 88,0  | 1300 | 3000 | 10 |
| 280Y-110-1100-03-  | 100,0 | 110,0 | 1100 | 3600 | 11 |

Motoare cu caracteristica  $P-n$  (b) fig. 3.21

| Tip motor: MCU | $P_m$ ,<br>kW | $P_n$ ,<br>kW | $n_n$ ,<br>rot/<br>min | $n_1$ ,<br>rot/<br>min | $P_2$ ,<br>kW | $n_2$ ,<br>rot/<br>min | AP<br>nr.<br>crt. |
|----------------|---------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|-------------------|
| 1              | 2             | 3             | 4                      | 5                      | 6             | 7                      | 8                 |

## Seria 600 RPM

|                 |      |      |     |      |      |      |     |
|-----------------|------|------|-----|------|------|------|-----|
| 132X-5-625-34-  | 4,8  | 5,0  | 625 | 1875 | 4,3  | 2160 | (1) |
| 132X-5-625-35-  | 4,8  | 5,0  | 625 | 1875 | 3,9  | 2420 | (1) |
| 132X-5-625-36-  | 4,8  | 5,0  | 625 | 1875 | 3,5  | 2650 | (1) |
| 132X-5-625-37-  | 4,8  | 5,0  | 625 | 1875 | 3,2  | 2870 | (1) |
| 160-9,3-650-34- | 8,5  | 9,3  | 650 | 1950 | 8,0  | 2250 | (3) |
| 160-9,3-650-35- | 8,5  | 9,3  | 650 | 1950 | 7,2  | 2500 | (3) |
| 160-9,3-650-36- | 8,5  | 9,3  | 650 | 1950 | 6,6  | 2760 | (3) |
| 160-9,3-650-37- | 8,5  | 9,3  | 650 | 1950 | 6,1  | 2975 | (3) |
| 180L-14-650-34- | 12,9 | 14,0 | 650 | 1950 | 12,0 | 2250 | (3) |
| 180L-14-650-35- | 12,9 | 14,0 | 650 | 1950 | 10,8 | 2500 | (3) |
| 180L-14-650-36- | 12,9 | 14,0 | 650 | 1950 | 9,9  | 2760 | (3) |
| 180L-14-650-37- | 12,9 | 14,0 | 650 | 1950 | 9,2  | 2975 | (3) |
| 200L-19-650-34- | 17,5 | 19,0 | 650 | 1950 | 16,4 | 2250 | (5) |
| 200L-19-650-35- | 17,5 | 19,0 | 650 | 1950 | 14,7 | 2500 | (5) |
| 200L-19-650-36- | 17,5 | 19,0 | 650 | 1950 | 13,4 | 2760 | (5) |
| 200L-19-650-37- | 17,5 | 19,0 | 650 | 1950 | 13,4 | 2975 | (5) |
| 225L-22-650-34- | 20,3 | 22,0 | 650 | 1950 | 19,0 | 2250 | (5) |
| 225L-22-650-35- | 20,3 | 22,0 | 650 | 1950 | 17,0 | 2500 | (5) |
| 225L-22-650-36- | 20,3 | 22,0 | 650 | 1950 | 15,5 | 2760 | (5) |
| 225L-22-650-37- | 20,3 | 22,0 | 650 | 1950 | 14,4 | 2975 | (5) |
| 250L-44-650-34- | 40,6 | 44,0 | 650 | 1950 | 38,0 | 2250 | (8) |
| 250L-44-650-35- | 40,6 | 44,0 | 650 | 1950 | 34,0 | 2500 | (8) |
| 250L-44-650-36- | 40,6 | 44,0 | 650 | 1950 | 31,0 | 2760 | (8) |
| 250L-44-650-37- | 40,6 | 44,0 | 650 | 1950 | 28,0 | 2875 | (8) |
| 280X-60-650-34- | 55,5 | 60,0 | 650 | 1950 | 52,0 | 2250 | (9) |
| 280X-60-650-35- | 55,5 | 60,0 | 650 | 1950 | 46,5 | 2500 | (9) |

| 1                | 2     | 3     | 4   | 5    | 6     | 7    | 8    |
|------------------|-------|-------|-----|------|-------|------|------|
| 280X-60-650-36-  | 55,5  | 60,0  | 650 | 1950 | 42,5  | 2600 | (9)  |
| 315Y-80-480-34-  | 80,0  | 80,0  | 480 | 1440 | 69,0  | 1660 | (10) |
| 315Y-80-480-35-  | 80,0  | 80,0  | 480 | 1440 | 62,0  | 1850 | (10) |
| 315Y-80-480-36-  | 80,0  | 80,0  | 480 | 1440 | 56,0  | 2040 | (10) |
| 315Y-80-480-36-  | 80,0  | 80,0  | 480 | 1440 | 52,0  | 2170 | (10) |
| 315Y-110-650-34- | 101,0 | 110,0 | 650 | 1950 | 95,0  | 2250 | (11) |
| 315Y-110-650-35- | 101,0 | 110,0 | 650 | 1950 | 85,0  | 2500 | (11) |
| 355X-125-500-34- | 125,0 | 125,0 | 500 | 1500 | 108,0 | 1720 | (11) |
| 355X-125-500-35- | 125,0 | 125,0 | 500 | 1500 | 97,0  | 1950 | (11) |
| 355X-125-500-36- | 125,0 | 125,0 | 500 | 1500 | 88,4  | 2130 | (11) |
| 355X-125-500-37- | 125,0 | 125,0 | 500 | 1500 | 82,0  | 2310 | (11) |
| 355X-155-650-34- | 134,0 | 155,0 | 650 | 1950 | 134,0 | 2250 | (11) |

## Seria 800 RPM.

|                   |      |      |     |      |      |      |     |
|-------------------|------|------|-----|------|------|------|-----|
| 132X-6,6-830-34-  | 6,3  | 6,6  | 830 | 2500 | 5,7  | 2880 | (2) |
| 132X-6,6-830-35-  | 6,3  | 6,6  | 830 | 2500 | 5,1  | 3225 | (2) |
| 132X-6,6-830-36-  | 6,3  | 6,6  | 830 | 2500 | 4,6  | 3500 | (2) |
| 132X-6,6-830-37-  | 6,3  | 6,6  | 830 | 2500 | 4,3  | 3800 | (2) |
| 160X-12-760-34-   | 12,0 | 12,0 | 760 | 2475 | 10,4 | 2860 | (4) |
| 160X-12-760-35-   | 12,0 | 12,0 | 760 | 2475 | 9,3  | 3200 | (4) |
| 160X-12-760-36-   | 12,0 | 12,0 | 760 | 2475 | 8,5  | 3500 | (4) |
| 160X-12-760-37-   | 12,0 | 12,0 | 760 | 2475 | 7,8  | 3780 | (4) |
| 160X-13-925-34-   | 11,2 | 13,0 | 925 | 2700 | 11,0 | 3100 | (4) |
| 160X-13-925-35-   | 11,2 | 13,0 | 925 | 2700 | 10,0 | 3500 | (4) |
| 160X-13-925-36-   | 11,2 | 13,0 | 925 | 2700 | 9,2  | 3800 | (4) |
| 160X-13-925-37-   | 11,2 | 13,0 | 925 | 2700 | 8,5  | 4000 | (4) |
| 180X-16-750-34-   | 16,0 | 16,0 | 750 | 2250 | 13,9 | 2600 | (4) |
| 180X-16-750-35-   | 16,0 | 16,0 | 750 | 2250 | 12,4 | 2910 | (4) |
| 180X-16-750-36-   | 16,0 | 16,0 | 750 | 2250 | 11,3 | 3180 | (4) |
| 180X-16-750-37-   | 16,0 | 16,0 | 750 | 2250 | 10,5 | 3440 | (4) |
| 200L-25-850-34-   | 23,5 | 25,0 | 850 | 2550 | 21,7 | 2290 | (5) |
| 200L-25-850-35-   | 23,5 | 25,0 | 850 | 2550 | 19,4 | 3250 | (5) |
| 225L-27,5-810-34- | 27,2 | 27,5 | 810 | 2430 | 23,8 | 2800 | (5) |
| 225L-27,5-810-35- | 27,2 | 27,5 | 810 | 2430 | 21,3 | 3000 | (5) |
| 250LX-66-860-34-  | 61,4 | 66,0 | 860 | 2580 | 57,0 | 2960 | (9) |
| 280X-72-775-34-   | 72,0 | 72,0 | 775 | 2325 | 62,0 | 2600 | (9) |

## Seria 1000 RPM

|                  |      |      |      |      |      |      |     |
|------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 132X-8-1000-34-  | 8,0  | 8,0  | 1000 | 3000 | 6,9  | 3460 | (2) |
| 132X-8-1000-35-  | 8,0  | 8,0  | 1000 | 3000 | 6,2  | 3875 | (2) |
| 132X-8-1000-36-  | 8,0  | 8,0  | 1000 | 3000 | 5,6  | 4260 | (2) |
| 132X-10-1275-34- | 7,8  | 10,0 | 1275 | 3825 | 8,6  | 4300 | (4) |
| 160X-17-1150-34- | 14,8 | 17,0 | 1150 | 3510 | 14,7 | 4000 | (4) |

| 1                 | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 180L-21-975-34-   | 21,0 | 21,0 | 975  | 2925 | 18,2 | 3380 | (5) |
| 180L-21-975-35-   | 21,0 | 21,0 | 975  | 2925 | 16,3 | 3600 | (5) |
| 200LX-30-1000-34- | 30,0 | 30,0 | 1000 | 3000 | 25,0 | 3250 | (5) |

Notă. Motoarele MCU se utilizează pentru acționări principale la mașinile-unelte cu comandă numerică, alimentate și comandate prin convertizoare VARET în complet AP (v. § 3.7.9).

Au 4 poli de excitație și 4 poli auxiliari. Înfășurarea de excitație este independentă, cu două căi de curent conectabile în serie (la 220 V) sau în paralel (la 110 V); pentru a permite inversarea sensului de rotație, nu are înfășurare serie ajutătoare. Înfășurările de comutație sînt pe poli auxiliari, iar cele de compensație în creștăturile polilor de excitație, dispuse simetric față de înfășurarea rotorului și legate în serie cu acesta.

Pentru alegerea completului AP, în coloana 6 din tabel este indicat, nr. crt. al aparatului corespunzător din tabelul din § 3.7.9 — nota 2; pentru v.n. — completul este AP-CPTR: 380-12/870-A-355/155/2500(2250 1950, 2400) respectiv AP-CPTR 380-12/870-B-355/155/2250(2500).

## 7.5. Motoare electrice diverse

### 7.5.1. Micromotoare electrice și microreductoare

| Tipul   | Codul    | $U_n$ , V   | $f$ , Hz | $P_n$ , W | $n$ ,<br>rot/<br>min | Gabaritul,<br>mm |
|---------|----------|-------------|----------|-----------|----------------------|------------------|
| MS-1    | 8811D(I) | 110,220     | 50       | 3,7       | 600                  | 52×50×35         |
| MH-1    | 8812D(I) | 24,110, 220 | 50       | 5,0       | 375                  | 62×45×39         |
| MH-1    | 8812D(I) | 24,110, 220 | 60       | 5,0       | 450                  | 62×45×39         |
| MSR-1   | 8810D(I) | 24,220, 110 | 50       | 3,7       | v.n.2                | 54×63×39         |
| MSRv-1  | 8813     | 220         | 50       | 4,5       | 600                  | ø51×24           |
| MSRRv-1 | 8814     | 220         | 50       | 4,5       | v.n.2                | 54×63×40         |

Notă. 1. Simbolizare: M — micromotor; S — sincron; Rv — reversibil; H — sincron cu histerezis; R — reductor; D(I) — rotație în sens direct (invers). Producție: I. Relee — Mediaș.



## 2. Pentru micromotoarele MSR-1 și MSRRv-1:

|                            |  |        |       |       |       |       |
|----------------------------|--|--------|-------|-------|-------|-------|
| Turația la ieșire, rot/min |  | 1/1440 | 1/720 | 1/360 | 1/240 | 1/180 |
| Cuplul total la ieșire, Nm |  | 30     | 30    | 30    | 30    | 30    |

|       |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 1/120 | 1/60 | 1/40 | 1/30 | 1/20 | 1/15 | 1/12 | 1/10 | 1/6 | 1/4 |
| 30    | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30  | 30  |

|     |     |    |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|----|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1/3 | 1/2 | 1  | 2    | 3    | 4  | 5   | 6   | 8   | 10  | 15  | 30  | 60  |
| 30  | 30  | 30 | 17,6 | 11,7 | 11 | 8,8 | 7,3 | 4,4 | 5,5 | 2,9 | 1,8 | 0,9 |

### 7.5.2. Motoare de curent continuu cu întrefier axial și rotor disc

| Tipul motorului | $U_n$ , V | $n$ , rot/min | M, în Nm, pentru $n$ egală cu |         |         |          |       |
|-----------------|-----------|---------------|-------------------------------|---------|---------|----------|-------|
|                 |           |               | 0                             | $n_M/4$ | $n_M/2$ | $3n_M/4$ | $n_M$ |
| SMU-C 1A        | 164       | 0 ÷ 3000      | 11,8                          | 10      | 9       | 8        | 3     |
| SMU-C 1B        | 315       | 0 ÷ 2600      | 22,0                          | 20      | 18      | 14       | 2     |
| SMU-C 2A        | 215       | 0 ÷ 1500      | 40,0                          | 38      | 35      | 25       | 15    |
| SMU-C 2B        | 320       | 0 ÷ 1500      | 55,0                          | 55      | 52      | 43       | 26    |
| SMU-C 3A        | 360       | 0 ÷ 1000      | 125,0                         | 125     | 80      | 75       | 55    |

**Notă. 1.** Sînt produse de ELECTROMOTOR — Timișoara. Cîmpul magnetic de excitație este dat de magneți permanenți metalici sau ceramici.

Pață de motoarele de c.c. clasice;

— Avantaje electrice: caracteristicile  $M$ ,  $n$ ,  $I$  liniare, deci reglaj precis; cuplul de pornire de 4÷8 ori mai mare decît  $M_n$ ; pierderi reduse prin încălzire prin înlăturarea înfășurării de excitație; comutație perfectă în toate regimurile, îndusul neavînd fier; gamă largă de turații; constanta electromagnetică de timp practic nulă;

— Avantaje mecanice: inerția rotorului disc, constanta mecanică de timp și gabaritul, reduse; construcție mai simplă; utilizare limitată numai de temperatura admisibilă a rotorului (150°C).

Utilizare: acționări electrice reversibile rapide (prin alimentare prin variator) cum ar fi acționarea automată a avansurilor mașinilor-unelte.

## 7.6. Grupuri convertizoare

### 7.6.1. Grupuri convertizoare de curent

| Tipul<br>Caracteristicile | Curent continuu —<br>curent continuu |             | Curent<br>alternativ —<br>— curent<br>continuu |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------|--|
|                           | GEE 1-750/27                         | GGMc 32a-32 | GCac-1/1,5                                     |
| $n$ , rot/min             | 2000                                 | 2200        | 2800   |
| Regim de lucru            | S1                                   | S1          | S1   |
| Construcție:              | Monobloc motor-generator             |             |  |
| — formă                   |                                      |             |  |
| — grad protecție          | IP22/IP44                            | IP20/IP43   | IP23/IP44                                      |
| — masă, kg                | 148                                  | 85          | 72   |
| Motor:                    |                                      |             |  |
| $P_n$ , kW                | 2,7                                  | 1,1         | 1,5  |
| $U_n$ , V                 | 750                                  | 135÷170     | 220/380  |
| $I_n$ , A                 | 36                                   | 10,9÷8,2    | —  |
| $\cos \varphi$            | —                                    | —           | 0,87   |
| Generator:                |                                      |             |  |
| $P_n$ , kW                | 1,1                                  | 0,78        | 1  |
| $U_n$ , V                 | 27                                   | 24          | 230  |
| $U_e$ , V                 | —                                    | —           | 220  |
| $I_n$ , A                 | 40,8                                 | 32,5        | —  |

Notă. Utilizare: c.c. — c.c., în rețelele de c.c. pentru schimbarea tensiunii; c.a — c.c., pentru utilizarea c.c. în rețelele de c.a.

### 7.6.2. Convertizoare de sudare cu arc electric

| Tipul<br>Caracteris-<br>tice  | În curent continuu                                       |  |  |  |  |  | În c.a.<br>CSCA<br>250                                  |
|---|--|--|--|--|--|--|---|
|   | CS125  | CSG350   | CSG3   | CS315  | CS5A   | CS5B   |   |
| 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8   |
| Construcție:  | Monobloc, autoventilat, portabil                         |  |  |  |  |  |   |
| — formă   |  |  |  |  |  |  |   |
| — protecție   | IP23   | IP23   | IP23   | IP23   | IP23   | IP23   | IP23  |
| — masă, kg  | 135  | 420  | 420  | 290  | 600  | 480  | 165   |
| Generator:  |  |  |  |  |  |  |   |
| S6-35% $\left\{ \begin{array}{l} I, A \\ U, V \end{array} \right.$  | $\left\{ \begin{array}{l} 160 \\ 26 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 370 \\ 35 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 370 \\ 35 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 370 \\ 35 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 625 \\ 44 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 625 \\ 44 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} — \\ — \end{array} \right.$   |
| S6-60% $\left\{ \begin{array}{l} I, A \\ U, V \end{array} \right.$  | $\left\{ \begin{array}{l} 125 \\ 25 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 315 \\ 32 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 315 \\ 32 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 315 \\ 33 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 500 \\ 40 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 500 \\ 40 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 250 \\ — \end{array} \right.$ |
| S1-100% $\left\{ \begin{array}{l} I, A \\ U, V \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 95 \\ 24 \end{array} \right.$  | $\left\{ \begin{array}{l} 245 \\ 30 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 245 \\ 30 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 240 \\ 30 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 370 \\ 35 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 350 \\ 34 \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} 180 \\ — \end{array} \right.$ |
| $U_e$ , V   | 65÷43  | 63÷43  | 63÷43  | 75÷43  | 76÷52  | 75÷54  | ≤80   |
| Reglaj, A-V   | 25-21  | 50-22  | 50-22  | 50-22  | 50-22  | —  | 50-22   |
|   | 160-26   | 370-35   | 370-35   | 370-35   | 625-44   | —  | 250-30  |

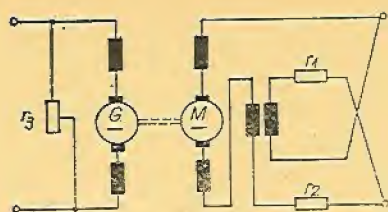


Fig. 7.6. Schema electrică a convertizorului GEE 1-750/27.

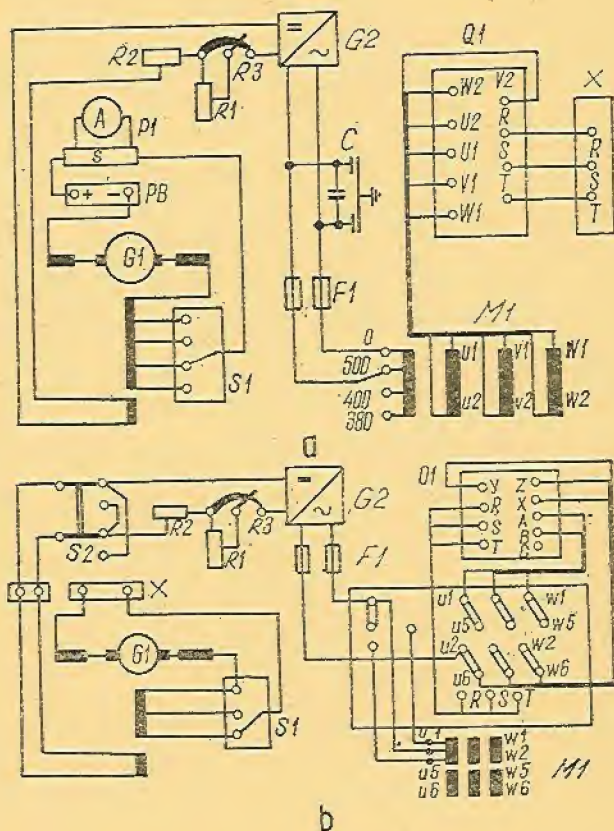


Fig. 7.7. Schemele electrice ale convertizoarelor de sudură:

a — tip CS5B; b — tip CSC315; M1 — motor asincron trifazat G1 — generator de sudură; G2 — coloană redresoare în punte; Q1 — comutator stea-triunghi; X — placă de borne; R1, R2 — rezistențe de reglaj; F1 — siguranțe fuzibile; R3 — reostat de excitație; S1 — separator de curent; S2 — inversor; P1 — ampermetru cu șunt; C1 — condensatoare antiparazit.



|   | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| Motor (S6-60%):   |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 220 V $\left\{ \begin{array}{l} I_n, A \\ \cos \varphi \end{array} \right.$ | 20<br>0,78 | 54<br>0,80 | 54<br>0,80 | 65<br>0,85 | —<br>—     | —<br>—     | 32<br>0,80 |   |
| 380 V $\left\{ \begin{array}{l} I_n, A \\ \cos \varphi \end{array} \right.$ | 11<br>0,83 | 32<br>0,85 | 32<br>0,85 | 32<br>0,88 | 60<br>0,87 | 55<br>0,90 | 18<br>0,87 |   |
| 440 V $\left\{ \begin{array}{l} I_n, A \\ \cos \varphi \end{array} \right.$ | 10<br>0,78 | 27<br>0,80 | 27<br>0,80 | 28<br>0,85 | 49<br>0,85 | 49<br>0,80 | 16<br>0,80 |   |
| 500 V $\left\{ \begin{array}{l} I_n, A \\ \cos \varphi \end{array} \right.$ | 12<br>0,60 | 25<br>0,78 | 25<br>0,78 | 27<br>0,83 | 45<br>0,80 | 45<br>0,70 | 16<br>0,75 |   |
| $n$ , rot/min   | 3000       | 1500       | 1500       | 3000       | 1500       | 3000       | 3000       |   |

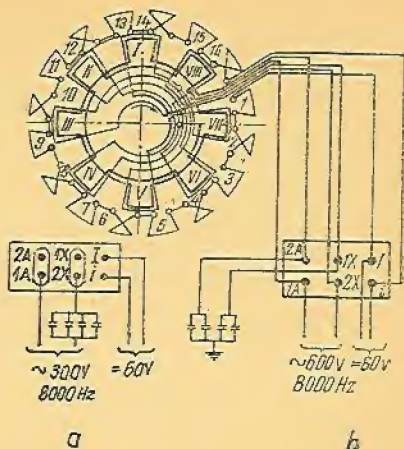
## 7.6.3. Convertizoare de medie frecvență

| Caracteristicile | Tip GEF-AV—  |              |             |             |              |              |              |
|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | 100/<br>8000 | 110/<br>8000 | 50/<br>8000 | 56/<br>8000 | 125/<br>2500 | 725/<br>2500 | 300/<br>2500 |
| Generator:       |              |              |             |             |              |              |              |
| $P_n$ , kW       | 100          | 110          | 50          | 56          | 125          | 125          | 300          |
| $U_n$ , V        | 700          | 750          | 700         | 750/<br>375 | 750          | 1500/<br>750 | 1400/<br>700 |
| $f$ , Hz         | 8000         | 8000         | 8000        | 8000        | 2500         | 2500         | 2500         |
| $\cos \varphi_c$ | 0,8          | 0,7          | 0,8         | 0,7         | 0,95         | 0,95         | 1            |
| $U_e$ , V        | 60; 120      | 60; 120      | 60; 120     | 60; 120     | 120          | 120          | 250          |
| Motor:           |              |              |             |             |              |              |              |
| $P_n$ , kW       | 125          | 135          | 55          | 72          | 150          | 150          | 325          |
| $U_n$ , V        | 380          | 380          | 380         | 380         | 380          | 380          | 380          |
| $I_n$ , A        | 216          | 237          | 113         | 128         | 255          | 255          | 593          |
| $f$ , Hz         | 50           | 50           | 50          | 50          | 50           | 50           | 50           |
| $\cos \varphi$   | 0,88         | 0,88         | 0,86        | 0,85        | 0,89         | 0,89         | 0,915        |
| Ansamblu:        |              |              |             |             |              |              |              |
| $n$ , rot/min    | 3000         | 3000         | 3000        | 3000        | 3000         | 3000         | 3000         |
| $\eta$ , %       | 80           | 80           | 78          | 78          | 83           | 83           | 84           |
| masă, kg         | 2150         | 2180         | 1450        | 1460        | 2250         | 2280         | 4000         |
| apă, l/min       | 30 ÷ 40      | 30 ÷ 40      | 20 ÷ 30     | 20 ÷ 30     | 30 ÷ 40      | 30 ÷ 40      | 60 ÷ 70      |

Notă: Se utilizează în metalurgie și industria construcțiilor de mașini pentru topire, călire superficială, forjare, brazare, sudare etc. Fiind silențioase, pot fi montate în fluxul tehnologic.

Fig. 7.8. Schemele legăturilor generatoarelor GEF:

a — pentru 300 V; b — pentru 600 V.



## 7.7. Grupuri electrogene de curent alternativ

### 7.7.1. Grupuri electrogene cu comandă manuală

| Caracteristicile | GTE<br>4/220<br>TS | GTE<br>5/400<br>TS | GTE<br>4/231<br>TS | GTE<br>38/<br>400<br>TS | GTE<br>38/<br>231<br>TS | GTE<br>70/<br>400<br>TS | GTE<br>125/<br>400<br>TS | GE<br>125/<br>400<br>TS |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1                | 2                  | 3                  | 4                  | 5                       | 6                       | 7                       | 8                        | 9                       |
| Generator:       |                    |                    |                    |                         |                         |                         |                          |                         |
| $P_n$ , kVA      | 4                  | 5                  | 5                  | 38                      | 38                      | 70                      | 125                      | 125                     |
| $U_n$ , V        | 220                | 400                | 231                | 400                     | 231                     | 400                     | 400                      | 400                     |
| $\cos \varphi$   | 0,8                | 0,8                | 0,8                | 0,8                     | 0,8                     | 0,8                     | 0,8                      | 0,8                     |
| $\eta$ , %       | 72                 | 80                 | 80                 | 89,3                    | 89,3                    | 92,4                    | 92,5                     | 92,5                    |
| Protecție        | IP23               | IP23               | IP23               | IP23                    | IP23                    | IP23                    | IP23                     | IP23                    |
| Motor:           |                    |                    |                    |                         |                         |                         |                          |                         |
| Tip              | 2S9                | 2S9                | 2S9                | D107-A                  | D107-A                  | D1206-T                 | Torpedo                  | Wolla                   |
| Timpi            | 2                  | 2                  | 2                  | 4                       | 4                       | 4                       | 4                        | 4                       |

| 1                       | 2                | 3                | 4                | 5                 | 6                 | 7                  | 8                  | 0                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Carburant               | Benzină          |                  |                  |                   | Motorină          |                    |                    |                    |
| $P_m$ , CP              | 7                | 7                | 7                | 50                | 50                | 86                 | 165                | 170                |
| Ansamblu:               |                  |                  |                  |                   |                   |                    |                    |                    |
| Gabarit (staționar), mm | 1200 × 600 × 850 | 1200 × 600 × 850 | 1200 × 600 × 850 | 2160 × 880 × 2000 | 2160 × 880 × 2000 | 2850 × 1260 × 1500 | 3330 × 1260 × 1500 | 3500 × 1350 × 1530 |
| Masa, kg:               |                  |                  |                  |                   |                   |                    |                    |                    |
| — staționar             | 210              | 210              | 210              | 1350              | 1350              | 2435               | 3000               | 2650               |
| — semimobil             | 220              | 220              | 220              | 1450              | 1450              | 2785               | 3400               | 2970               |
| — mobil                 | —                | —                | —                | 2100              | 2000              | 4270               | 4900               | 5170               |

Notă. 1. Utilizări: pentru furnizarea energiei electrice unde nu poate fi obținută convenabil din rețelele publice (obiective izolate, șantiere, tabere etc.).

2. Producător I.M.E.B. (este necesară informare prealabilă asupra producției curente). Scheme electrice de principiu în fig. 7.9.

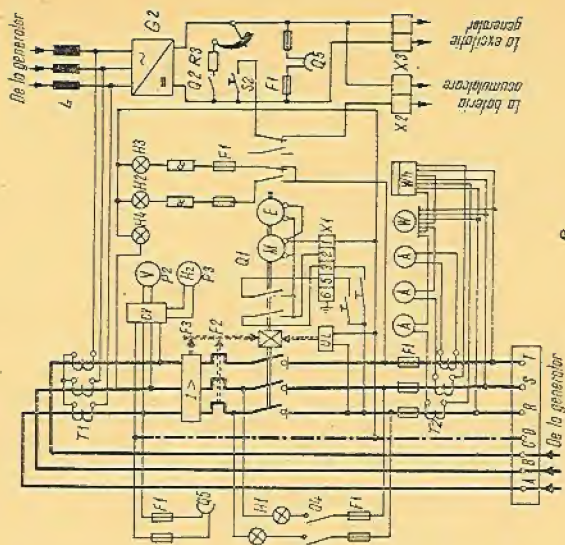
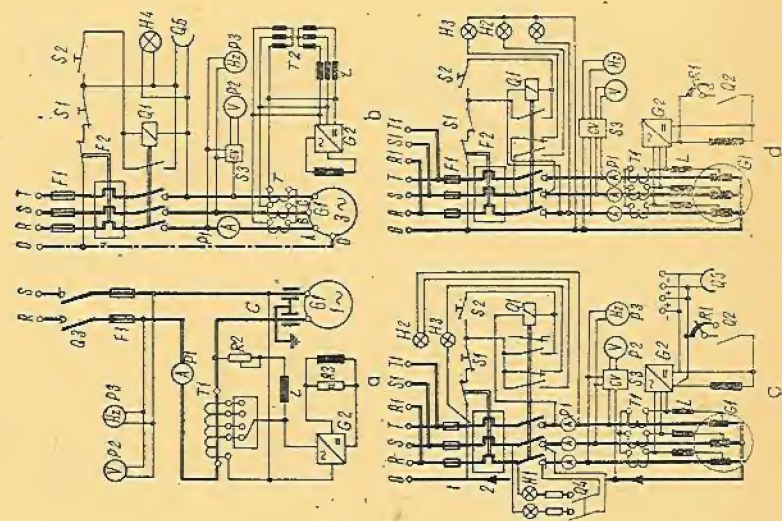
### 7.7.2. Grupuri electrogene cu comandă automată

| Tipul    | Generator   |           |                |            | Motor      |              | Masă, kg | Gabarit, $L \times l \times H$ , mm |
|----------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|--------------|----------|-------------------------------------|
|          | $P_n$ , kVA | $U_n$ , V | $\cos \varphi$ | $\eta$ , % | $P_n$ , CP | Consum, g/CP |          |                                     |
| GEA-38/I | 38          | 400       | 0,8            | 89,3       | 50         | —            | 1350     | 2160 × 880 × 2000                   |
| GEA-80   | 70          | 400       | 0,8            | 90,0       | 86         | 200          | 2435     | 2850 × 1260 × 1500                  |
| GEA-125  | 125         | 400       | 0,8            | 92,5       | 170        | —            | 2650     | 3500 × 1350 × 1530                  |
| GEI-300  | 300         | 400       | 0,8            | —          | 375        | 175          | 4800     | —                                   |
| GEI-750  | 750         | 400       | 0,8            | —          | 890        | 170          | 0688     | —                                   |

Notă. 1. Utilizări: ca grupuri de intervenție în cazul căderii alimentării din sistemul furnizorului, pentru receptoarele de categoria 0 (inclusiv pompele de incendiu cu acest statut — v. § 17.6) ale consumatorilor. Timp de intrare în funcțiune, circa 20 s.

2. Producție: până la 125 kVA — IMEB, restul — FAUR (este necesară informare prealabilă asupra producției curente). Schema electrică bloc în fig. 7.10.





c

Fig. 7.9. Schemele electrice ale grupurilor electrogene  
cu comandă manuală;  
a — tip GTE4; b — tip GTE5; c — tip GTE30; d — tip GTE38;  
e — tip GET75-125.

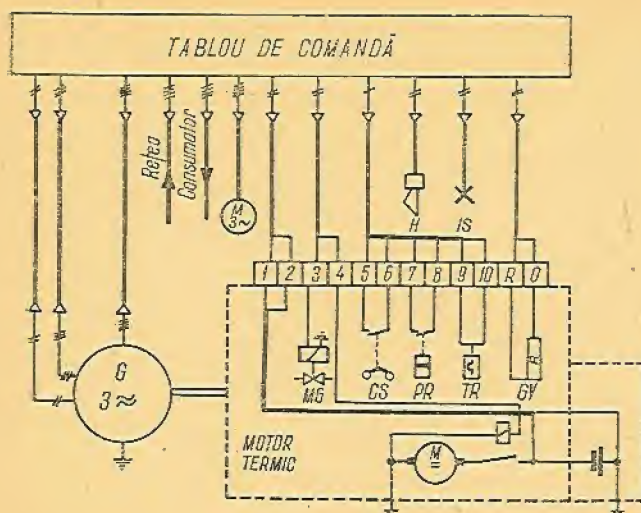


Fig. 7.10. Schema bloc a grupurilor electrogene cu comandă automată:  
 MG — vană combustibil; PR — presostat; LS — iluminat de siguranță; TR — termorezistență; GV — încălzitor de apă; V — ventilator; H — hupă semnalizare.

## 7.8. Indicații generale privind exploatarea, întreținerea și repararea mașinilor electrice

### 7.8.1. Indicații de exploatare și întreținere

**Servirea utilajului** (de către personalul care servește și mecanismul acționat):

- Pornirea, reglarea turației și oprirea motorului funcție de necesitățile de utilizare;
- Controlul sarcinii, lagărelor (temperatură, nivel de ulei), temperaturii bobinajelor (unde sînt montate termorezistențe);
- Schimbarea uleiului din lagăre;
- Supravegherea generală și permanentă a funcționării;
- Deconectarea imediată în caz de: accidente, apariția fumului sau flăcărilor în bobinaje, vibrații neadmise, de-

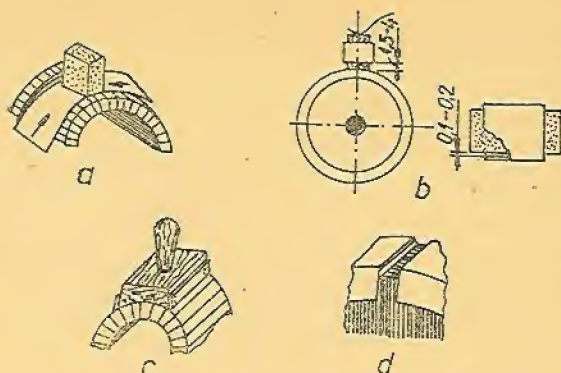


Fig. 7.11. Întreținerea colectorului și periilor:

*a* — șlefuirea și ajustarea periilor; *b* — înlocuirea periilor; *c* — șlefuirea colectorului; *d* — canelarea colectorului.

fectarea mecanismului acționat, încălziri neadmise în lagăre, reducerea turației însoțită de încălzirea rapidă a motorului;

**Controlul periodic** (în timpul punerilor în funcțiune):

— Măsurarea rezistenței de izolație (fig. 7.13, *a* și *b*) și a bătăii arborelui sau întrefierului mașinii;

— Înlăturarea (în timpul de pauză) a unor defecte sau deteriorări minore ca: curățirea de praf sau impurități prin aspirare, înlocuirea periilor uzate sau ajustarea și șlefuirea celor re folosibile (fig. 7.11, *a*), curățirea și șlefuirea contactelor, strângerea bornelor etc.;

— Stabilirea, ca rezultat al controlului periodic, a datei la care echipamentul electric trebuie să intre în reparație precum și a categoriei de reparație care trebuie executată.

### 7.8.2. Categorii de reparații

| Denumirea reparației                                | Conținutul reparației  |
|---|--|
| 1   | 2  |
| Reparații curente<br>(se înlătură<br>piesele uzate) | Verificarea și reparațiile mici ale mecanismului pentru ridicarea periilor, șlefuirea și ajustarea periilor uzate, dar re folosibile, sau înlocuirea |



| 1   | 2  |
|---|--|
| sau deteriorările mici; e necesară demontarea parțială sau totală a mașinii)  | periilor deteriorate sau complet uzate (fig. 7.11, a, b).<br>Ștergerea, șlefuirea (fig. 7.11, c) și canelarea (fig. 7.11, d) colectorului, verificarea stării lui de izolație eventual, lipirea stegulețelor și a capetelor înfășurărilor.   |
| Reparații curente (se înlătură piesele uzate sau deteriorările mici; e necesară demontarea parțială sau totală a mașinii) | Verificarea stării contactelor, șlefuirea lor, curățarea bornelor și a legăturilor la borne, remedierea defectelor constatate.<br>Verificarea reglajului releelor de comandă și protecție și corectarea acestui reglaj, dacă este cazul.<br>Verificarea stării izolației înfășurărilor și recondiționarea ei în locurile deteriorate.<br>Verificarea funcționării mașinii și a mecanismului de transmisie.<br>Vopsirea mașinii.  |
| Reparații capitale (se înlocuiesc înfășurările deteriorate și piesele mecanice necorespunzătoare).                        | Înlocuirea completă sau parțială a înfășurărilor.<br>Turnarea și prelucrarea din nou a rotorului.<br>Înlocuirea scuturilor portpalier.<br>Sudarea fisurilor din carcasa mașinii.<br>Înlocuirea contactelor, a bornelor etc.<br>Reîncărcarea lagărelor de aluminiu sau înlocuirea rulmenților.<br>Strunjirea sau chiar reasamblarea colectorului cu înlocuirea lamelelor deteriorate.<br>Strunjirea sau înlocuirea inelelor colectoare și a garniturilor de izolație ale acestora față de masa rotorului.<br>Înlocuirea mecanismului de ridicare a periilor, dacă e cazul.<br>Îndreptarea axului rotorului și echilibrarea ansamblului ax-rotor.<br>Modificarea mașinii pentru condiții noi de funcționare.<br>Bandajarea rotorului.<br>Încercarea mașinii reparate (v. § 7.8.4.) |

### 7.8.3. *Calculul rebobinării motoarelor asincrone trifazate în colivie*

**Date de calcul.** Se stabilesc, funcție de situație:

- Tipul de construcție a motorului: închis (fără ventilație sau cu ventilație exterioară); deschis sau protejat (cu ventilație normală sau intensă);

• De pe plăcuța de fabricație:  $P_n$  — puterea nominală, în kW;  $U$  — tensiunea de alimentare din rețea, în V; conexiunile înfășurării statorice;  $f$  — frecvența tensiunii de alimentare, în Hz;  $I$  — curentul absorbit la  $P_n$ , în A;  $n_n$  — turația nominală, în rot/min;  $\cos \varphi_n$  — factorul de putere nominal;  $\eta_n$  — randamentul la  $P_n$ , în %;

• Când lipsesc aceste date trebuie precizate cel puțin:  $n_n$  și  $U_f$  — tensiunea care se aplică pe faza motorului (v. mai jos), în V;

• Se măsoară sau se determină:  $D_i$  — diametrul interior al statorului, în m;  $L_{Fe}$  — lungimea pachetului de tole, în m;  $Z$  — numărul de creștături;  $S_{cr}$  — suprafața transversală a creștăturii (v. fig. 7.12), în mm<sup>2</sup>.

Cazul păstrării caracteristicilor electrice existente. Când există plăcuța de fabricație:

|                                   |  |                                   |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| — numărul de perechi de poli      |  | $p \approx 60 f/n_n$ (nr. întreg) |
| — puterea aparentă absorbită, kVA |  |                                   |
| — tensiunea pe faza motorului, V  |  |                                   |

$$S = P_n/n_n \cos \varphi_n \quad U_{fX} = U/\sqrt{3}; \quad U_{f\Delta} = U$$

Cînd nu se dispune de datele indicate pe plăcuță:

|   |  |               |
|---|--|---------------|
| — $S = f(D_i, 2p)$ — puterea aparentă, kVA      |  | din fig. 7.12 |
| — $\eta_n$ — randamentul, % și $\cos \varphi_n$ |  |               |
| — curentul pe faza motorului, A                 |  |               |

din fig. 7.12

$$I_f = S \cdot 10^3 / (3 U_f)$$

Calculul numărului de spire:

$A = f(S)$  — pătura de curent, A/m

din fig. 7.12

— numărul de spire în serie pe fază

$$N_{sf} = \pi D_i A / (6 I_f) \quad \text{v. nota 2}$$

—  $a$  — numărul de căi de curent

$$N_{bf} = Z/6a$$

— numărul de bobine pe fază:

• pentru înfășurări într-un strat

$$N_{bf} = Z/3a$$

• pentru înfășurări în două straturi

$$N_{sb} = N_{sf} / N_{bf} \quad (\text{nr. întreg})$$

— numărul de spire pe bobină

— numărul de spire pe fază corectat

— numărul de spire în creștătură

— numărul de creștături pe pol și fază

— pasul înfășurării (scurtat, pentru înfășurări uzuale; v. și nota 2)

—  $B_s = f(S)$  — inducția magnetică în întrefier, în T și  $\alpha = f(S)$  — coeficientul de acoperire polară

— căderea de tensiune în înfășurarea statorului în funcție de  $2p$

— fluxul magnetic total pe pol (pentru înfășurare cu pas scurtat)

— pasul polar,  $m$

— lungimea efectivă a pachetului de tole (se compară cu cel măsurat)

—  $j$  — densitatea de curent, A/mm<sup>2</sup>

— secțiunea, mm<sup>2</sup> și diametrul, mm conductorului neizolat (cînd  $s_c > 3$  mm<sup>2</sup> se iau mai multe conductoare în paralel în număr corespunzător)

—  $d_2$  — diametrul conductorului izolat

— verificarea umplerii creștăturii

$$N_{sf} = N_{sb} N_b$$

$$N_{scr} = 6 N a / Z$$

$$q = Z / (6p)$$

$$y = kq \text{ (unde } k = 1,5 \rightarrow$$

$$\rightarrow p = 1; k = 2,4 \rightarrow$$

$$\rightarrow p \geq 2)$$

din fig. 7.12 (pentru inducția magnetică — v. nota 4)

|                             |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|
| $2p$                        | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 |
| $\varepsilon \cdot 10^{-3}$ | 32 | 40 | 48 | 56 | 65 | 72 |

$$\Phi = U_f (1 - \varepsilon) / (k_y f N_{sf})$$

$$\text{unde } k_y = 4$$

$$\tau = \pi D_i / (2p)$$

$$L_{Fe} = \Phi / (\alpha B_s \tau) \text{ unde } \alpha$$

$$\text{se ia din fig. 7.12}$$

din fig. 7.12

$$s_c = I_f / (aj);$$

$$d_1 = \sqrt{1,27 s_c}$$

(se ia  $d_1$  normat cel mai apropiat, verificîndu-se încadrarea în  $j$  admis)

din catalogul produsului

$$k_u = N_{scr} d_2^2 / S_{cr} =$$

$$= 0,5 \div 0,7$$

Calculul greutateii înfășurării:

— lungimea părții frontale la bobine egale, m:

• lățimea medie a bobinei

•  $L = 0,03$  m;  $K$  — v. tabel;

(valorile sînt pentru 2 straturi; la 2, +15%)

$$l_{fr} = KT + L \text{ unde:}$$

$$T = \pi(D_i + h_{cr}) / y / Z$$

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| $2p$ | 1    | 4    | 6    | 8    |
| $K$  | 1,30 | 1,35 | 1,45 | 1,55 |



—lungimea părții frontale la bobine concentrice, m

—lungimea totală medie a spirei, m

—masa totală a înfășurării, kg unde:

—  $\gamma$  — masa specifică, kg/m

— rezistența electrică,  $\Omega/\text{fază}$

unde:

—  $r$  — rezistența specifică,  $\Omega/\text{m}$

Puterea electrică după re-bobinare:

—curentul pe fază admis, A

—puterea aparentă, kVA

—puterea utilă, kW

—pătura de curent, A/m

$$l_{fr} = 1,4 + (0,02 \dots 0,05)$$

$$L_s = 2(L_{Fe} + l_{fr})$$

$$M = 3N_{sf}aL_s$$

se ia din catalog

$$R = N_{sf}L_sr/a$$

se ia din catalog

$$I_f = s_c j a$$

$$S = 3U_f I_f \cdot 10^{-3}$$

$$P = S \eta_n \cos \varphi_n$$

$$A = 60 N_{sf} I_f / (2pa)$$

**Cazul modificării caracteristicilor vechi (mărimile noi se notează cu ').** *Rebobinarea pentru altă tensiune:*

— numărul de spire pe bobină

— numărul de spire pe fază

— numărul de spire pe creștătură

— secțiunea conductorului, mm<sup>2</sup>

— diametrele conductorului, mm

— verificarea umplerii creștăturii

$$N'_{sb} = N_{sb} U'_f / U_f$$

$$N'_{sf} = N_b N'_{sb}$$

$$N'_{scr} = 6 N'_{sf} a / Z$$

$$s'_c = s_c U_f / U'_f$$

$$d_1 = \sqrt{1,27 s'_c}; d_2 \text{ — v. sus}$$

$$k'_u = N'_{scr} d'_2 / S_{cr}$$

*Rebobinarea pentru altă turație:*

— numărul de bobine pe fază corespunzător noului număr de poli  $2p'$

— numărul de creștături pe pol și fază

— pentru mărirea turației:

• se mențin  $N_{sf}$  și  $s_c$

• se verifică inducția în miez

— pentru micșorarea turației:

• numărul de spire pe fază

• secțiunea conductorului

|          |   |   |   |   |    |
|----------|---|---|---|---|----|
| $2p'$    | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| $N_{bf}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |

$$q' = Z/6p'$$

v. mai sus

$$B_{Fe} = B_s D_s / (1,8 p h_s) \leq 1,35 \dots 1,4$$

$$N'_{sf} = N_{sf} n / n'$$

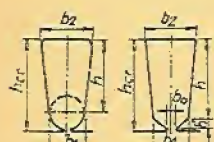
$$s'_c = s_c n' / n$$

**Notă. 1.** Cînd se dispune de fișa tehnică cu datele bobinajului, se face numai verificarea numărului de spire în creștătură, admitîndu-se o diferență de  $\pm 5\%$ .

2. Numărul de căi de curent în paralel: pentru înfășurările într-un strat obișnuit  $a = 1$ ; pentru cele în două straturi se alege cît este necesar pentru obținerea celor mai favorabile valori ale inducției în întrefier, dinți și jug și astfel ca  $N_{ef}$  să se împartă exact la  $N_b$ .

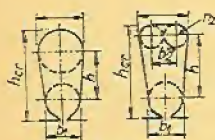
3. Pentru puteri pînă la 8 kW inclusiv obișnuit se alege înfășurarea într-un strat cu bobine egale; peste 8 kW, în 2 straturi.

4. Față de valorile reale,  $B$  determinat are valori mai mici pentru  $p = 1$  și mai mari pentru  $p = 4 \dots 8$ .



$$S_{cr} = \frac{\pi}{8} b_1^2 + \frac{h}{2} (b_1 + b_2)$$

$$S_{cr} = \frac{h}{2} (b_1 + b_2) + \frac{h}{2} (b_0 + b_1)$$



$$S_{cr} = \frac{\pi}{8} (b_1^2 + b_2^2) + \frac{h}{2} (b_1 + b_2)$$

$$S_{cr} = \frac{\pi}{8} (b_1^2 + 4x_2^2) + \frac{h}{2} (b_1 + b_2) + r_2 b_1$$

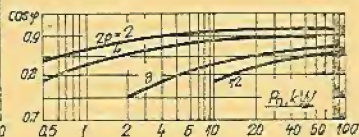
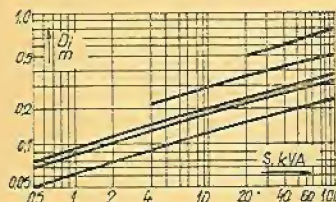
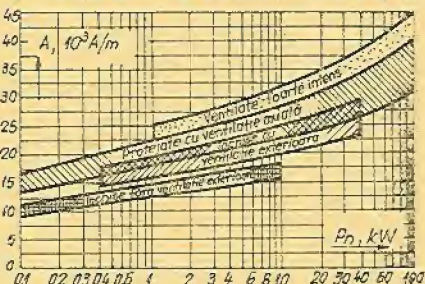
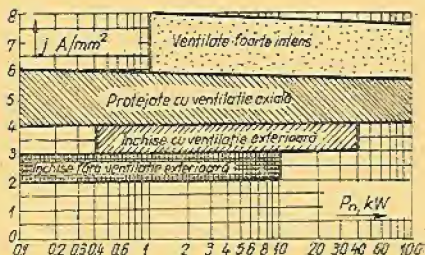


Fig. 7.12. Date ajutătoare pentru calculul rebobinării motoarelor asincrone trifazate.

Exemplul de calcul 7.1. Calculul bobinajului unui motor asincron trifazat în colivie cu următoarele date pe plăcuța de fabricație:  $P_n = 10$  kW,  $U = 220/380$  V,  $n_n = 1450$  rot/min, conexiune Y (restul datelor sînt ilizibile). Se măsoară:  $D_i = 0,175$  m,  $L_{Fe} = 0,145$  m,  $Z = 36$ , crestătură ovală cu  $b_1 = 8,7$  mm,  $b_2 = 11,1$  mm,  $h = 13,5$  mm,  $h_{cr} = 23,9$  mm.

Calculul sau determinări prealabile:

$$p \approx 60 \cdot 50 / 1450 = 2,06 \rightarrow p = 2; \quad \cos \varphi_n = 0,88; \quad \eta_n = 0,89;$$

$$S = 10 / (0,88 \cdot 0,89) = 12,76 \text{ kVA}; \quad I_f = 12,76 \cdot 10^3 / (3 \cdot 220) = 19,33 \text{ A}$$

Calculul numărului de spire:

$$A = 25000 \text{ A/m}; \quad a = 2; \quad N_{bf} = 36 / 3,2 = 6 \text{ bobine/fază};$$

$$N_{sf} = 3,14 \cdot 0,175 \cdot 25000 / (6 \cdot 19,33) = 118 \text{ spire/fază};$$

$$N_{sb} = 118 / 6 = 19,67; \quad \text{se iau } N_{sb} = 20 \text{ spire/bobină};$$

$$N_{sef} = 6 \cdot 20 = 120 \text{ spire/fază}; \quad N_{cr} = 6 \cdot 120 \cdot 2 / 36 = 40 \text{ spire/crestătură}$$

$$q = 36 / (6 \cdot 2) = 3 \text{ cr/pol și fază}; \quad \gamma = 2,4 \cdot 3 = 7 \rightarrow (\text{cr. } 1-8);$$

$$B = 0,615 \text{ T}; \quad \alpha = 0,715; \quad \varepsilon = 0,04;$$

$$\Phi = 220 \cdot (1 - 0,04) / (4,50 \cdot 120) = 0,00874 \text{ Wb};$$

$$\tau = 3,14 \cdot 0,175 / (2 \cdot 2) = 0,137 \text{ m};$$

$$L_{Fe} = 0,00874 / (0,715 \cdot 0,615 \cdot 0,137) = 0,145 \text{ m};$$

$$j = 5,8 \text{ A/mm}^2; \quad s_c = 19,33 / (2 \cdot 5,8) = 1,67 \text{ mm}^2;$$

$$d_1 = \sqrt{1,27 \cdot 1,67} = 1,46; \quad \text{se iau Cu EB} - 1,45 \text{ mm}; \quad d_2 = 1,65 \text{ mm};$$

$$S_{cr} = 3,14 \cdot (8,7^2 + 11,1^2) / 8 + 15,3(8,7 + 11,1) / 2 = 211,72 \text{ mm}^2;$$

$$k_u = 40 \cdot 1,67^2 / 211,72 = 0,53 \text{ (se verifică)}.$$

Greutatea înfășurării:

$$T = 3,14(0,145 + 0,024) 7 / 36 = 0,103 \text{ m}; \quad K = 1,3; \quad L = 0,03 \text{ m};$$

$$L_s = 2(0,145 + 1,3 \cdot 0,103 + 0,03) = 0,618 \text{ m};$$

$$M = 3 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 0,618 \cdot 0,0149 = 6,63 \text{ kg}.$$

Rezistența electrică a înfășurării pe fază (la  $70^\circ\text{C}$ ):

$$R = 120 \cdot 0,618 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} / 2 = 0,479 \text{ } \Omega / \text{fază}.$$



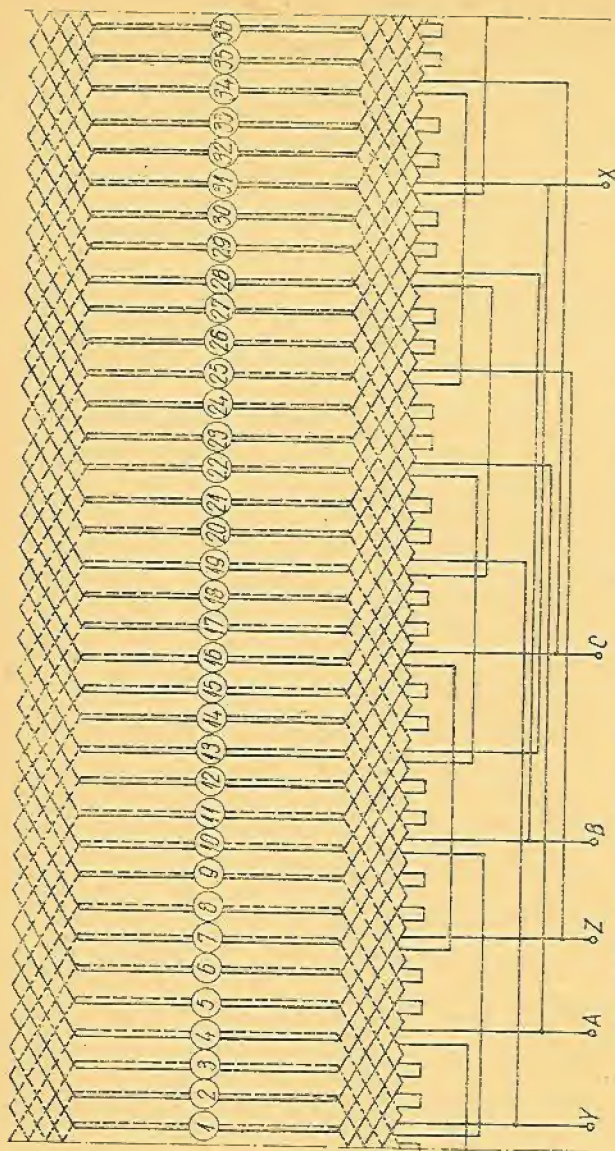


Fig. 7.13. Schema înfășurării unui motor asincron trifazat (exemplul de calcul 7.1).

### 7.8.4. Încercările mașinilor electrice reparate

| Denumirea încercării  | Indicații asupra conținutului   |
|---|---|
| 1   | 2   |
| Verificarea tehnică generală  | <p>Asamblare corectă, strângerea șuruburilor și piulițelor, rotirea liberă a rotorului, existența bornei de legare la pământ, ungerea lagărelor, marcarea capetelor înfășurărilor, mărimea și simetria întrefierului.</p> <p>V. fig. 7.14, a, b. Direct, cu megohmmetrul de 1000 sau 2500 V. Valoarea rezistenței de izolație nu se normează.</p>   |
| Măsurarea rezistenței izolației înfășurării statorice împreună cu a cablului de alimentare    | V. fig. 7.14, d. Relația de calcul  |
| Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu  | $R_x = U_{r0} / (I_{r0} - U) \text{ } [\Omega].$ <p>Valorile obținute nu trebuie să depășească cu +2% datele de fabricație.</p>   |
| Încercarea înfășurărilor statoarelor (cu tensiune alternativă mărită, aplicată timp de 1 min) | <p>V. fig. 7.14, h. Tensiuni de încercare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— pentru <math>P_n \leq 1 \text{ kW}</math> sau <math>U_n \leq 24 \text{ V}</math>,<br/> <math display="block">U_{inc} = 0,75 (2U + 500) \text{ } [V];</math></li> <li>— pentru motoare macara de c.c.,<br/> <math display="block">U_{inc} = 0,75 (3U + 1000) \text{ } [V];</math></li> <li>— pentru rest motoare,<br/> <math display="block">U_{inc} = 0,75 (2U + 1000) \text{ } [V]</math></li> </ul> |
| Încercarea înfășurărilor rotoarelor sau reostatelor   | <p>Se aplică 1 min o tensiune alternativă de valoare:</p> $U_{inc} = 1,5 U_n, \text{ dar minim } 1000 \text{ V.}$   |
| Măsurarea vibrațiilor (cu vibrometru)   | <p>Se face cu mașina funcționând în gol cu motor, în montaj elastic sau rigid (v. STAS 7536-80), măsurând în diferite puncte valoarea efectivă a vitezei de vibrație <math>V_{ef}</math> și întocmind schița cu punctele de măsurare și tabelul sau diagrama măsurărilor. <math>\Delta V_{ef}</math> în 5 s nu trebuie să depășească 0,2 mm/s.</p>  |
| Proba de mers în gol  | <p>Se determină prin măsurători sau calcul</p> $I_0 = f(U_0); P_0 = k I_0^2 r;$ $\cos \varphi_0 = P_0 / k U_0 I_0.$ <p>conectînd motorul la rețea în gol și variînd tensiunea de la <math>U_n</math> la <math>1,3 U_n</math>. Valorile obținute se compară cu cele nominale</p>   |

| 1  | 2  |
|--|--|
| Verificarea încălzirii   | <p>Se încarcă mașina în regim nominal și se determină supratemperatura înfășurărilor și altor părți, după caz prin metodele STAS 9904/4-84: variația rezistenței înfășurărilor cu temperatura, utilizarea indicatoarelor interne de temperatură la înfășurări și fier, utilizarea termometrelor (termocupluri, termorezistențe, termometre cu mercur) pe puncte accesibile. Valorile măsurate trebuie să fie sub limitele STAS 1893-78.</p>  |
| Verificarea fixării axei neutre a portperiilor   | <p>V. fig. 7.14, c. Se așază portperiile pe locul presupus, se închide întreruptorul circuitului de excitație și apoi se deconectează, observându-se deviația mV. Se rotește convenabil suportul portperiilor până se obține o deviație a mV de sens contrar (prin manevra întreruptorului). Se repetă operația până se găsește poziția pentru care deviația mV este nulă.</p>   |
| Încercarea la supraturație pentru verificarea rezistenței mecanice la forțele centrifuge a părților mecanice rotitoare (după încercarea izolației) | <p>Se efectuează la o turație mărită cu 10% față de turația nominală sau maximă, pentru mașinile cu mai multe turații. Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— mărirea frecvenței tensiunii de alimentare (v. fig. 7.14, i);</li> <li>— folosirea unui sistem de pinioane amplificatoare de turație.</li> </ul>   |
| Determinarea randamentului   | <p>Se determină puterea utilă la arborele motorului cu relația</p> $P_2 = 1,027 M n / 1000 \text{ [kW]},$ <p>unde <math>M = Gl</math> este cuplul util determinat prin metoda frinei (<math>G</math> fiind greutatea care echilibrează brațul frinei, în daN; <math>l</math>, lungimea brațului, în m), iar <math>n</math> este turația mașinii în rot/min, măsurată direct (de exemplu cu un tahometru).</p> <p>Se determină puterea absorbită <math>P_1</math> în kW, după caz și posibilități, printr-una din schemele 7.19 e, f, g.</p> <p>Randamentul va fi:</p> $\eta = 100 P_2 / P_1 \text{ [\%]}.$ |



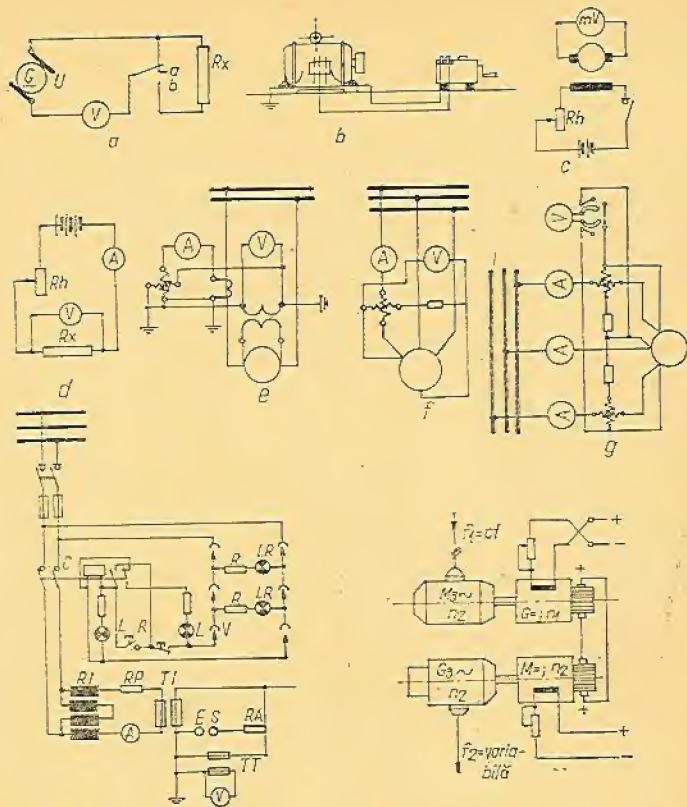


Fig. 7.14. Scheme electrice pentru încercările mașinilor și aparatelor electrice (se citesc cu § 7.8.4).

## 8. ECHIPAMENTE ELECTRICE PREFABRICATE

### 8.1. Tablouri de distribuție de joasă tensiune

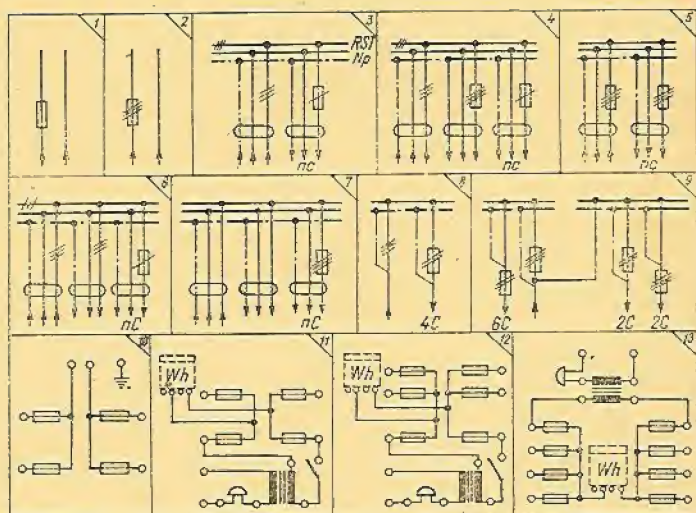
#### 8.1.1. Tablouri de distribuție pe plăci izolante

| Denumirea, tipul, simbolizarea  |               | Schema   | Gabarit $a \times b \times c$<br>mm | Circuitele<br>siguranță  |
|---|---------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|
| Firidă secundară pe<br>placă de lemn<br>ISART-43 pentru<br>branșament, model: | 1—1 m         | 6.1, a/1 | 200 × 150 × 200                     | 1 × 1LF25                |
|   | 1—1 t         | 6.1, a/2 | 200 × 150 × 200                     | 1 × 3LF25                |
|   | 2—3 mm        | 6.1, a/3 | 300 × 200                           | 3 × 1LF25                |
|   | 3—8 m         | 6.1, a/3 | 400 × 300 × 200                     | 8 × 1LF25                |
|   | 4—3 m         | 6.1, a/4 | 600 × 400 × 200                     | 1 × 3LF63 +<br>3 × 1LF25 |
|   | 4—3 t         | 6.1, a/5 | 600 × 400 × 200                     | 1 × 3LF63 +<br>3 × 3LF25 |
|   | 5—8 m         | 6.1, a/6 | 600 × 600 × 200                     | 8 × 1LF25                |
|   | 6—8 t         | 6.1, a/7 | 600 × 600 × 200                     | 8 × 3LF25                |
| Tablou pe placă de<br>marmură IPCT-44/<br>101 pentru blocuri:                 | P+3;4         | 6.1, a/8 | 300 × 400 × 270                     | 4 × 2LS25<br>1 × 3LS25   |
|   | P+9 ÷<br>÷ 11 | 6.1, a/9 | 450 × 600 × 270                     | 2 × 3LS63<br>8 × 2LS25   |

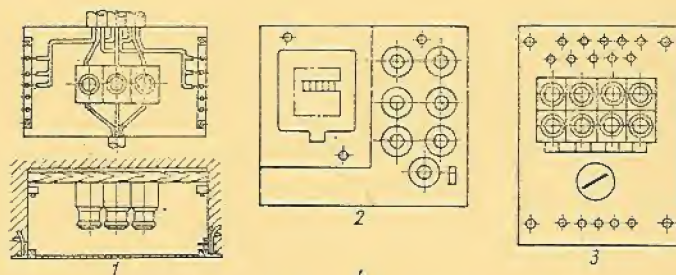
#### 8.1.2. Tablouri de distribuție pe plăci sau cadre metalice

##### 8.1.2.1. Tablouri de apartament

| Codul | Echiparea               | Pro-<br>tecția | Gabaritul,<br>mm |
|-------|-------------------------|----------------|------------------|
| 1     | 2                       | 3              | 4                |
| 0800  | 1(3 × F25) + 2(2 × F25) | IP20           | 226 × 215 × 196  |
| 0801  | 1(3 × F25) + 3(2 × F25) | IP20           | 226 × 103 × 215  |
| 0802  | 1(3 × F25) + 4(2 × F25) | IP20           | 226 × 103 × 215  |



a



b

Fig. 8.1. Tablouri de distribuție de bransament și de apartament:  
a — scheme electrice (v. §§ 8.1.1. și 8.1.2); b — exemple de construcție și echipare  
(1 — tip 2-3m, 2 — tip 3c-1884, 3 — tip P + 3...4).



| 1     | 2                       | 2    | 4               |
|-------|-------------------------|------|-----------------|
| 0803  | Suport contor CA43S     | —    | 340×145×385     |
| 0805  | 1(3×F25)+2(2×F25)       | IP20 | 226×215×124     |
| 0806  | 1(3×F25)+3(3×F25)       | IP20 | 226×215×124     |
| 1871  | 2×F25+P                 | IP20 | 141×125×83      |
| 1883  | 2×F25+P                 | IP20 | 245×280×110÷135 |
| 1884  | 3×F25+P                 | IP20 | 245×280×110÷135 |
| 1887  | 4×F25+P                 | IP20 | 274×274×110÷135 |
| 08031 | Suport contor universal |      | 340×175×385     |

Notă. 1. Se produc de I. ELECTROCONTACT Botoșani. Exemple de echipare în fig. 8.1.

2. În col. 2: F25 — siguranță fuzibilă 25 A; P — contor de mono-fazat de energie activă.

#### 8.1.2.2. Tablouri de distribuție deschise

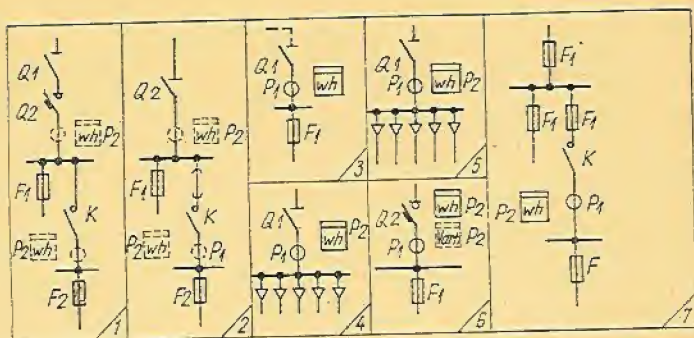
| Simbolul              | Fig.<br>8.2, a | Ple-<br>cări | Simbolul           | Fig.<br>8.2, a | Ple-<br>cări |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------------|----------------|--------------|
| TDRI-1-250, 400, 630  | 1              | 4+4          | TDRm-250, 400, 630 | 3              | 4            |
| TDRI-2-250, 400, 630  | 1              | 8+4          | TDS-250, 400, 630  | 4              | 5            |
| TDRIm-1-250, 400, 630 | 1              | 4+4          | TDSm-250, 400, 630 | 4              | 5            |
| TDRIm-2-250, 400, 630 | 1              | 8+4          | TDI-250, 400, 630  | 5              | 5            |
| TDAS-250, 400, 630    | 2              | 5+4          | TDIm-250, 400, 630 | 5              | 5            |
| TDASm-250, 400, 630   | 2              | 5+4          | DJTA-1000          | 6              | 7            |
| TDR-250, 400, 630     | 3              | 4            | DJTR-315÷630       | 7              | —            |

Notă: 1. Simbolizare: T — tablou; D — distribuție; R, A — de rețea, abonat; I — cu întreruptor automat; S — cu separator; m — cu măsura energiei; JT — joasă tensiune; 1, 2 — numărul de cimpuri (compartimente); 250, 400, 315, 630, 1000 — curentul nominal, în A.

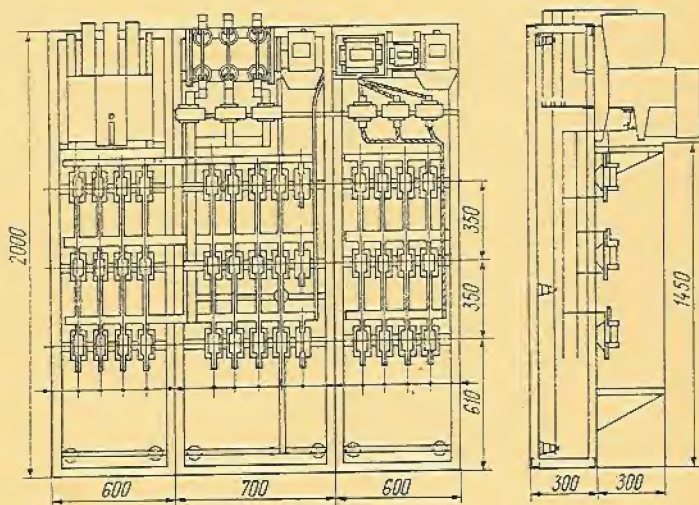
2. Echipare și dimensiuni de gabarit, fig. 8.2. Grad protecție IP20.

3. Utilizare: în încăperi de producție electrică (cu acces numai pentru personal calificat corespunzător).

4. Producător I.C.M.P. București. Documentația tehnică NI E117-75.



a



b

Fig. 8.2. Tablouri de distribuție deschise tip ICMP:

a — scheme electrice (v. § 8.1.2.1); b — exemple de construcție și echipare;  
 S1 — ST1 1 kV; S2 — OROMAX sau USOL; F1, F2 — MPR; F3 — LFI 100;  
 P1 — CIS 0,5; P2 — CA43; P3 — CR43; K — contactor.

### 8.1.2.3. Tablouri de distribuție STELBLOC

| Stelaj                                   | Tipul              | I                  |              | II                 |              | III                |               | IV                  |                | V                        |
|--|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|--------------------------|
|  | $a \times b$<br>mm | 440 × 1980         |              | 640 × 1980         |              | 840 × 1980         |               | 1040 × 1980         |                | 1240 ×<br>1980           |
| Plăci<br>funcțio-<br>nale                | Tip                | A                  | B            | C                  | E            | F                  | H             | I                   | J              | K                        |
|  | $a \times b$<br>mm | 200 ×<br>250       | 400 ×<br>500 | 400 ×<br>750       | 600 ×<br>500 | 600<br>750         | 1000<br>× 500 | 1000<br>× 750       | 1000<br>× 1000 | 1000 ×<br>1000           |
| Cutie bare<br>$a \times b \times c$ , mm |                    | 400 × 200<br>× 410 |              | 640 × 200<br>× 410 |              | 840 × 200<br>× 410 |               | 1040 × 200<br>× 410 |                | 1240 ×<br>× 200<br>× 410 |

| Tipul/schemă placă | Aparatele electrice din compunerea unităților<br>funcționale (se citește cu fig. 8.3, a) |
|--------------------|--|
| 1/8.3,a1/A         | F1-LF25+F2L-Fm25+F3TSA10+K1-TCA10+<br>+H1-LS Q1, Q1-BF6                                  |
| 2/8.3,a1/B         | F1-LF25÷63(LFi100)+F3-TSA32+K1-TCA32<br>+ rest 1   |
| 3/8.3,a1/C         | F1-MPR315+F3-TSA63 (TSAW400) +<br>+ K1-TCA40÷125 + rest tip 1                            |
| 4/8.3,a1/C         | F1-MPR630 + F3-TSAW400 + K1-TCA125÷<br>200 + rest tip 1                                  |
| 5/8.3,a2/A         | F1-LF25÷63 + S1-P3-25,63   |
| 6/8.3,a2/B         | F1-LFi100 + S1-P3-100  |
| 7/8.3,a2/F         | F1-MPR315 + S1-IP3-200÷400   |
| 8/8.3,a2/F         | F1-MPR630 + S1-IP3-630÷1000  |
| 9/8.3,a3/E         | S1-IP3-350÷600   |
| 10/8.3,a4/H+I      | S1-USOL250÷800 + P1-CIO,5 + P2-V +<br>+ P3-CV + P4-A+ P5-Wh + H1, H2-LS+<br>+ Q1, Q2-BF6 |
| 11/8.3,a4/H+J      | S1-OROMAX1000 + rest tip 10  |
| 12/8.3,a5/J        | S1-USOL500÷800 + S2-S400 + H1,H2-LS +<br>+ Q1,Q2-BF6                                     |
| 13/8.3,a5/K        | S1-OROMAX1000+S2-S630÷1000 + rest tip 12   |

Notă. Pentru construcție și echipare, fig. 8.3 și 8.4.



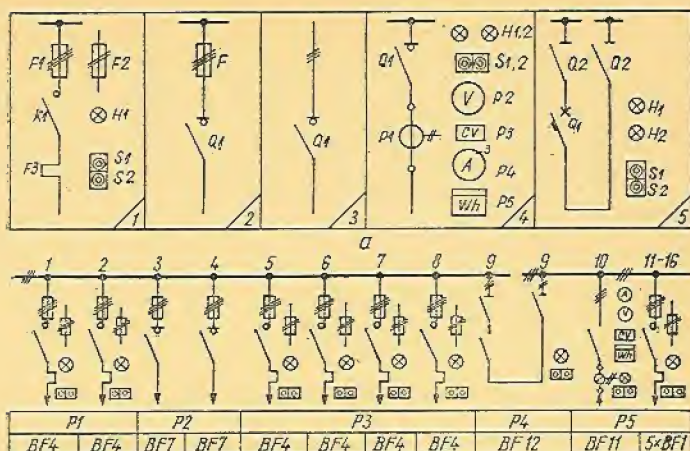


Fig. 8.3. Schemele electrice pentru tablourile STELBLOC:  
a — blocuri funcționare (se citește cu § 8.1.2.3); b — schema electrică a tabloului de distribuție din fig. 8.4.

### 8.1.3. Tablouri de distribuție debroșabile

**Construcție:** tablouri închise din panouri modulate pe compartimente sau un singur câmp (pentru sosiri sau plecări peste 400 A) sau pe sertare debroșabile (pentru plecări pînă la 400 A): bare generale — sus, bare de distribuție — coboară pe spatele panoului, intrări și ieșiri — pe jos; fiecare panou are bară de legare la pământ.

**Utilizare:** tablouri de distribuție în încăperi separate sau comune, la  $-15 \dots +30^{\circ}\text{C}$ , umiditate peste 30% la  $30^{\circ}\text{C}$ , fără corosivitate sau pericol de explozie.

### Tipuri de construcție și echipare

| Bloc funcțional                   | Aparatele electrice din componerea unităților funcționale (se citește cu fig. 8.5) |   |
|-----------------------------------|--|---|
| 1                                 | 2  |   |
| Sertar tip A<br>(mobil) variante: | F1-LF25 + K1-TCA10 +<br>+ F2-TAS10<br>F1-LF25;63 + K1-TCA32 +<br>+ F2-TSA32        | Circuite secundare: F3-LFm25<br>+ Q1, Q2-BF6 +<br>H1, H2-LS + |

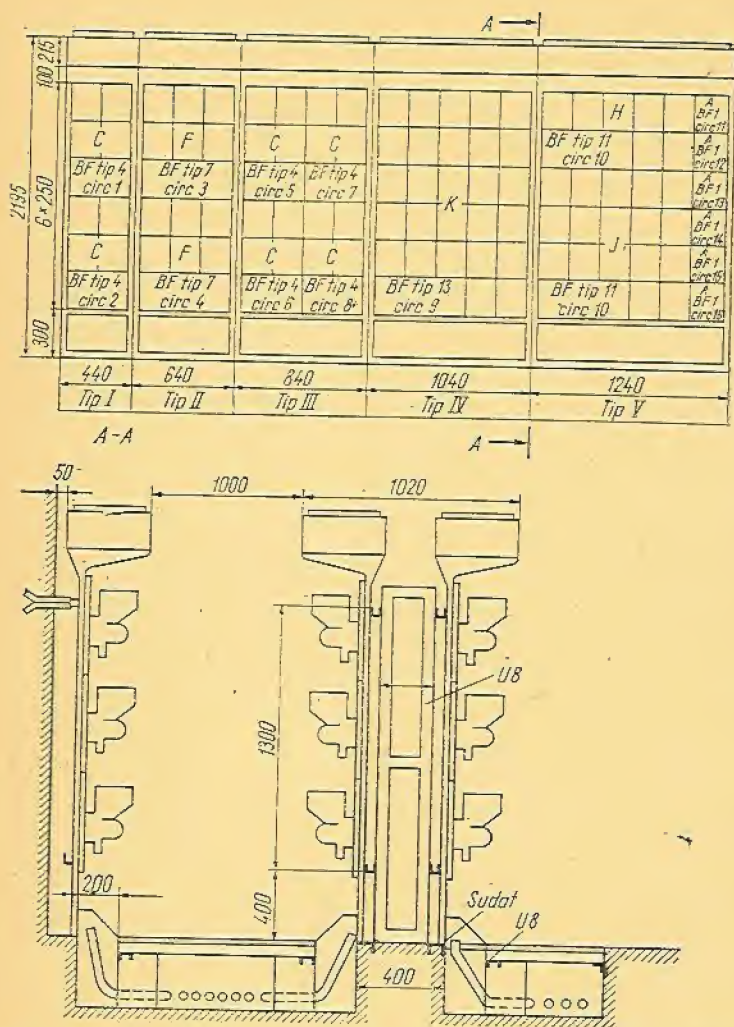


Fig. 8.4. Exemplu de echipare a unui tablou tip STELBLOC (v. schema în fig. 8.3, b).

| 1   | 2   |                                |
|---|---|--------------------------------|
| Sertar tip B<br>(2 module) va-<br>riante: | F1-MPR315+K1-TCA32 +<br>+ F2-TSA32<br>F1-MPR315 + K1-TCA32 ÷ 125<br>+ F2-TSA63(TSAW400)<br>F1-MPR315+K1TCA125;<br>2000 + F2-TSAW400 | + Q3-microîntre-<br>ruptor ușă |
| Compartiment C,<br>panou D                | După caz: USOL, OROMAX, IP3, 3CIS-0,5,<br>3LFm25, ampermetre, voltmetru cu comutator<br>(v. fig. 8.5)                               |                                |

8.1.4. *Tablouri de distribuție în panouri*

**Construcție:** sînt tablouri deschise IP00, IP10, din una sau mai multe celule tip panou, cu acces prin față sau spate; manevrele și citirile, normal prin față.

**Utilizare:** de regulă ca tablouri generale de distribuție în încăperi de categoria EE.

**Variante de construcție și echipare** — în tabelul de mai jos și fig. 8.6, 8.7 (schemele sînt date ca exemplu, nefiind exclusive):

| H, mm<br>A, mm | Variante pentru L, mm |     |     |     |      |      | Variante pentru L, mm |                 |     |     |      |      |  |
|----------------|-----------------------|-----|-----|-----|------|------|-----------------------|-----------------|-----|-----|------|------|--|
|                | 450                   | 600 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 450                   | 600             | 800 | 900 | 1000 | 1100 |  |
| 1              | 2                     | 3   | 4   | 5   | 6    | 7    | 8                     | 9               | 10  | 11  | 12   | 13   |  |
| 2300           | Tip P003 — IP00       |     |     |     |      |      | 2300                  | Tip P021 — IP00 |     |     |      |      |  |
| 450            | —                     | ×   | ×   | ×   | ×    | —    | —                     | ×               | ×   | ×   | ×    | —    |  |
| 600            | —                     | ×   | ×   | ×   | ×    | ×    | —                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 700            | ×                     | ×   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 800            | ×                     | ×   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 900            | ×                     | ×   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 1000           | ×                     | ×   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 2300           | Tip P022 — IP00       |     |     |     |      |      | 2300                  | Tip P023 — IP00 |     |     |      |      |  |
| 450            | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | —    | —                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 600            | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | ×    | —                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 700            | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 800            | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | ×    |  |
| 900            | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | —    |  |
| 1000           | —                     | —   | ×   | ×   | ×    | ×    | ×                     | ×               | ×   | ×   | ×    | —    |  |



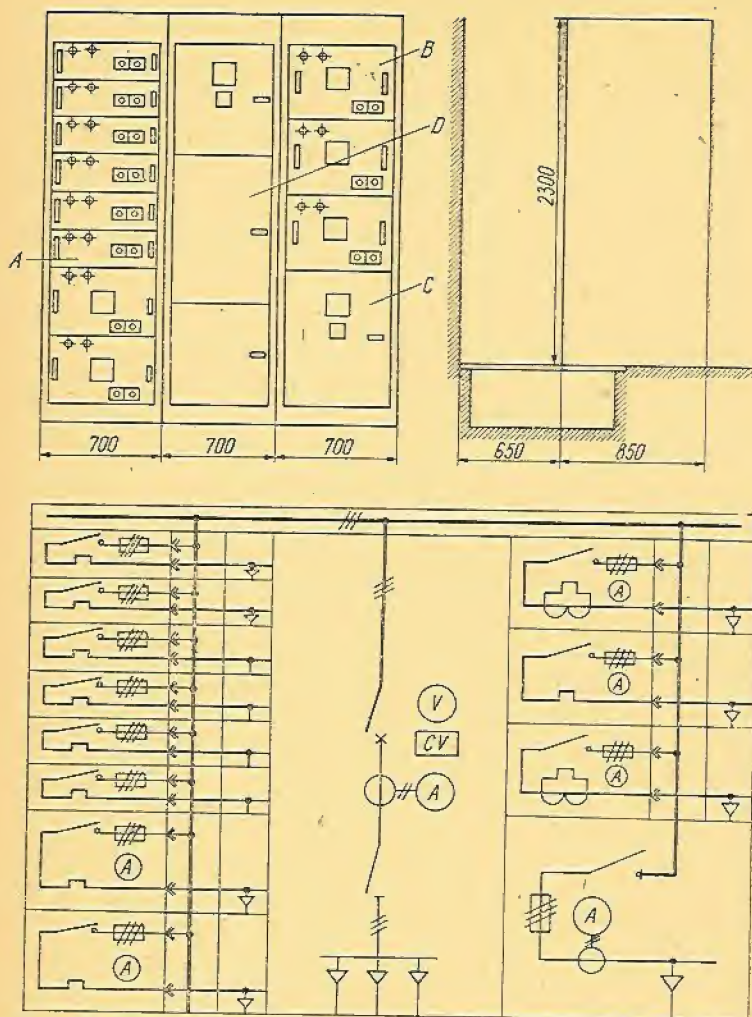


Fig. 8.5. Exemplu de echipare a unui tablou debrășabil din 3 panouri:  
*a* — construcție; *b* — schema electrică simplificată (simbolizarea: § 1.7.1 și 1.7.2).

| 1    | 2               | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8    | 9               | 10 | 11 | 12 | 13 |  |
|------|-----------------|---|---|---|---|---|------|-----------------|----|----|----|----|--|
| 2300 | Tip PO24 - IP00 |   |   |   |   |   | 2300 | Tip PO25 - IP00 |    |    |    |    |  |
| 450  | —               | × | × | × | × | — | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | —  |  |
| 600  | —               | × | × | × | × | × | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | ×  |  |
| 700  | —               | × | × | × | × | × | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | ×  |  |
| 800  | —               | × | × | × | × | × | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | ×  |  |
| 900  | —               | × | × | × | × | × | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | ×  |  |
| 1000 | —               | × | × | × | × | × | —    | ×               | ×  | ×  | ×  | ×  |  |

Notă. Tipizare I.I.S. Automatica. Se construiesc pentru montaj în grup (de capete și intermediare) și singulare. Se echipează conform schemei beneficiarului.

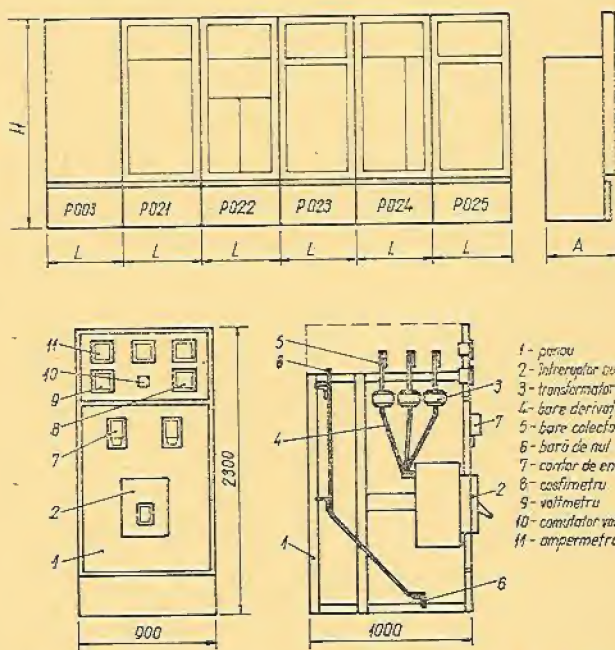


Fig. 8.6. Panouri pentru tablouri electrice I.I.S. Automatica:  
a - tipuri uzuale; b - exemplu de echipare.

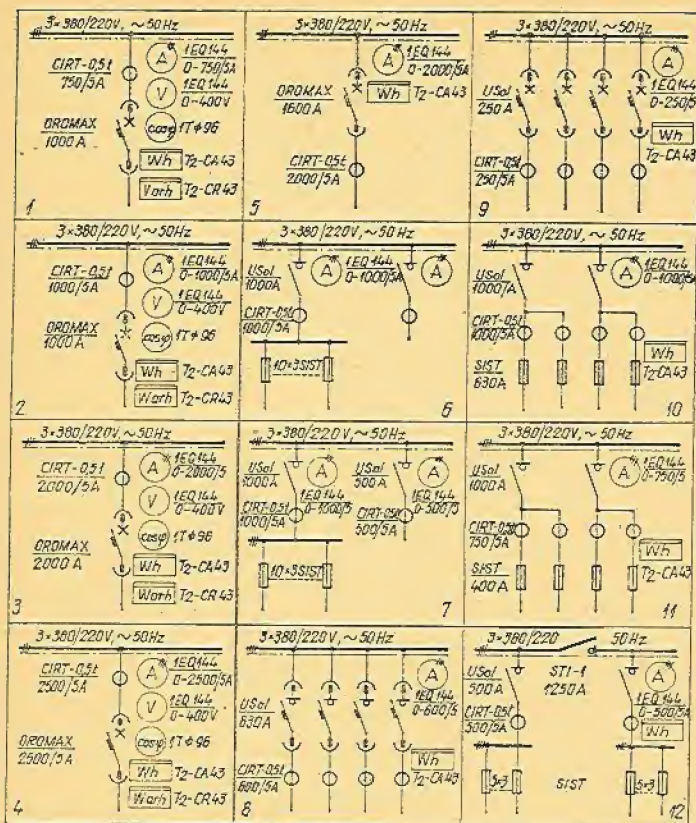


Fig. 8.7. Exemple de scheme pentru echiparea panourilor și dulapurilor tablourilor de distribuție.

### 8.1.5. Tablouri de distribuție în dulapuri

**Construcție:** tablouri închise IP30 ... IP54 dintr-unul sau mai multe dulapuri metalice cu acces de regulă prin față.

**Utilizare:** tablouri de distribuție de toate categoriile montate în încăperi comune cu alte destinații, cu mediu normal.



Variante de construcție și echipare, în tabelul de mai jos și în fig. 8.7 și 8.8 (aceeași observație pentru schemele date):

| H, mm<br>A, mm |             | Variante pentru L, mm |     |     |     |     |      |     | Variante pentru L, mm |     |     |     |     |      |    | H, mm<br>A, mm                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|-------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|----|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                |             | 500                   | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 450 | 500                   | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |    |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1              |             | 2                     | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8   | 9                     | 10  | 11  | 12  | 13  | 14   | 15 |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2000           | D009 — IP30 |                       |     |     |     |     |      |     |                       |     |     |     |     |      |    | 2000(×); 2300 (0) D021 — IP30 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 400            | —           | —                     | ×   | ×   | ×   | ×   | ×    | ×   | ×                     | ×   | ×   | ×   | ×   | ×    | ×  | ×                             | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |

| 1                              | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------|---|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 2000                           |   |    |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D200 — IP30                    |   |    |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 700                            | × | ×  | × | × | × | × | × | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 800                            | × | ×  | × | × | × | × | × | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 900                            | × | ×  | × | × | × | × | × | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 1000                           | × | ×  | × | × | × | × | × | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 180 (×); 2000 (0) D019 — IP42  |   |    |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 450                            | — | 0× | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 600                            | — | 0× | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 2000 (×); 2300 (0) D042 — IP54 |   |    |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 400                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 500                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 600                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 700                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 800                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 900                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 1000                           | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 2300 DB — IP30                 |   |    |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| 800                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 900                            | — | —  | — | — | — | — | — | — | —  | —  | —  | —  | —  | —  |

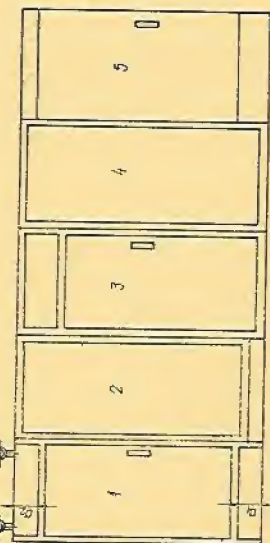


Fig. 8.8. Dulapuri metalice pentru tablouri de distribuție:

1 — D009, D010; 2 — D016; 3 — D020; 4 — D018, D021, D022, DN; 5 — D037, D038, D039, D040, D042.

Notă. Tipizare I.I.S. Automatica. Se construiesc în grup (de capete și intermediare) — D009, D010, D020, D039, D040 — și singulare — toate tipurile. Se echipează conform schemei beneficiarului.

Alte detalii: D009 —  $a1 = a2 = 100$  mm, ușă față; D010 —  $a1 = 300$  mm,  $a2 = 100$  mm, ușă față; D016 — spate detașabil; D019 — cu copertină; D020 — — ușă față și spate; D021 — ușă față, față și spate, laterală; D022 — ușă față, ușă spate; D037, D039 — ușă spate; D038, D040 — ușă față și spate; D042 — ușă față, față și spate.

## 8.1.6. Tablouri de distribuție capsulate

### 8.1.6.1. Tablouri de distribuție tip EA, ICMA, TIAB

Tipuri și cote de gabarit

| Construc-<br>ția  | Materialul    | Tipul | Gabaritul<br>$a \times b \times c$ , mm | Construc-<br>ția | Materialul    | Tipul                               | Gabaritul<br>$a \times b \times c$ , mm |
|---|---------------|-------|---|------------------|---------------|-------------------------------------|---|
| Tip ELECTROAPARATAJ — Întreprinderea — „Partizanul” —<br>Gheorgheni | Tablă de oțel | B10   | 338 × 338 × 160                         | Electroaparataj  | Masă plastică | J5                                  | 270 × 134 × 170                         |
|   |               | B11   | 418 × 338 × 160                         |                  |               | J9                                  | 270 × 270 × 170                         |
|   |               | B20   | 238 × 328 × 160                         |                  |               | J18r                                | 518 × 270 × 170                         |
|   |               | B21   | 238 × 338 × 160                         |                  |               | J18s                                | 518 × 270 × 210                         |
|   |               | I100  | 338 × 338 × 160                         |                  |               | J18z                                | 518 × 270 × 250                         |
|   |               | I200  | 238 × 238 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S10   | 336 × 418 × 220                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S11   | 336 × 418 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S12   | 336 × 338 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S13   | 336 × 238 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S21   | 236 × 338 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S22   | 236 × 238 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S23   | 236 × 138 × 160                         |                  |               |                                     |   |
|   | Siluminii     |       |   | ICMA-București   | Tablă de oțel | C2S                                 | 344 × 262 × 167                         |
|   |               | B10   | 336 × 336 × 166                         |                  |               | C2S1                                | 344 × 342 × 167                         |
|   |               | B20   | 236 × 236 × 136                         |                  |               | C2S2                                | 344 × 342 × 200                         |
|   |               | I100  | 250 × 340 × 104                         |                  |               | C2S3                                | 344 × 472 × 167                         |
|   |               | I200  | 170 × 280 × 104                         |                  |               | C2S5                                | 344 × 472 × 250                         |
|   |               | S10   | 336 × 436 × 210                         |                  |               | C4S3                                | 344 × 392 × 167                         |
|   |               | S11   | 336 × 436 × 166                         |                  |               | C6S3                                | 344 × 807 × 167                         |
|   |               | S12   | 336 × 336 × 266                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S13   | 336 × 236 × 166                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S22   | 256 × 256 × 136                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S21   | 256 × 356 × 166                         |                  |               |                                     |   |
|   |               | S23   | 256 × 156 × 136                         |                  |               |                                     |   |
|   |               |       |   | TIAB-București   | Tablă de oțel | A                                   | 350 × 350 × 170                         |
|   |               |       |   |                  |               | B                                   | 350 × 350 × 170                         |
|   |               |       |   |                  |               | B1                                  | 350 × 350 × 250                         |
|   |               |       |   |                  |               | C                                   | 350 × 600 × 170                         |
|   |               |       |   |                  |               | C1                                  | 350 × 600 × 250                         |
|   |               |       |   |                  |               | D                                   | 300 × 200 × 170                         |
|   |               |       |   |                  |               | E                                   | 350 × 430 × 170                         |
|   |               |       |   |                  |               | Piesă de legătură<br>Piesă de capăt |   |

Notă: 1. Asamblare, conform exemplului din fig. 8.9.

2. Ferestre de trecere: cutiile de bare, 1 pe fiecare față laterală; cutiile de aparate, 1 pe fiecare față laterală superioară și inferioară; cutiile intermediare: 2 pe fața de spate.



*Echiparea cutiilor capsulate*

| Specificația |       | EA-Partizanul-Gheorghieni |               |                   | ICMA               | TIAB  |
|--------------|-------|---------------------------|---------------|-------------------|--------------------|-------|
|              |       | Tablă                     | Silumin       | Masă plastică     | Tablă <sup>1</sup> | Tablă |
| 1            |       | 2                         | 3             | 4                 | 5                  | 6     |
| Bare         | 200 A | B10;11;<br>20;21-01       | B10;20-<br>01 | J93-71<br>J18r-71 | —                  | A     |
|              | 400 A | B10;11-02                 | B10-02        | J95-72<br>J18r-72 | C4S3<br>C6S3       | A     |
|              | 630 A | B10-11-03                 | B10-03        | J9r-73<br>J18r-73 | —                  | A     |
|              |       |                           |               |                   |                    |       |
| 1×2LFI25A    |       | S22;23-01                 | S23-01        | J5r-01            | —                  | —     |
| 3×2LFI25A    |       | S13;22-01                 | S13-01        | J9r-01            | C2S                | —     |
| 4×2LFI25A    |       | S11;12;<br>13;21-01       | —             | —                 | —                  | —     |
| 5×2LFI25A    |       | —                         | —             | —                 | —                  | B     |
| 6×2LFI25A    |       | S11-01                    | S11-01        | —                 | C2S1<br>C4S3       | B     |
| 7×2LFI25A    |       | —                         | —             | —                 | C2S3               | —     |
| 1×2LFI63A    |       | S23-02                    | —             | J5r-02            | —                  | —     |
| 3×2LFI63A    |       | S13;22-02                 | —             | J9r-02            | C2S                | —     |
| 4×2LFI63A    |       | S11;12;<br>13;21-02       | —             | —                 | C2S1<br>C4S3       | —     |
| 5×2LFI63A    |       | —                         | —             | —                 | —                  | B     |
| 6×2LFI63A    |       | —                         | —             | —                 | C2S3               | B     |
| 3×2LFI100A   |       | —                         | —             | —                 | —                  | B     |
| 1×3LFI25A    |       | S22;23-01                 | S13;23-11     | J5r-11            | —                  | —     |
| 2×3LFI25A    |       | S22-11                    | —             | —                 | —                  | —     |
| 3×3LFI25A    |       | S12;13;<br>21-11          | —             | J9r-11            | C2S                | —     |
| 4×3LFI25A    |       | S11;12-11                 | S11;12-11     | —                 | C2S1<br>C4S3       | —     |
| 5×3LFI25A    |       | —                         | —             | —                 | —                  | B     |
| 6×3LFI25A    |       | S11-11                    | S11-11        | J18r-11           | C2S3               | —     |
| 1×3LFI63A    |       | S22;23-12                 | S13;23-12     | J5r-12            | —                  | —     |
| 2×3LFI63A    |       | S12;13;<br>21;22-12       | —             | —                 | C2S                | —     |
| 3×3LFI63A    |       | S12;21-12                 | —             | J9r-12            | C2S1<br>C4S3       | B     |
| 4×3LFI63A    |       | S11;12-12                 | S11-12        | —                 | C2S3               | —     |
| 6×3LFI63A    |       | —                         | —             | J18r-13           | —                  | —     |

| 1                                       | 2            | 3           | 4                     | 5           | 6           |
|---|--------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|
| 1×3LFI100A                              | S12;13;21-13 | S12;13-13   | J9r-13                | C2S         | —           |
| 2×3LFI100A                              | A11;12-13    | S11;12-13   | J18r-13               | C2S3        | B           |
| 1×3MPR315A                              | S11;12-18    | S11;12-18   | J9r-18                | C2S3        | —           |
| 2×3MPR315A                              | —            | —           | J18r-18               | —           | —           |
| 1×3MPR630A                              | S11-19       | —           | J18r-19               | C2S5        | —           |
| (1+1)3LFI25+63A                         | S13;22-21    | —           | —                     | C2S         | —           |
| (1+2)3LFI25+63A                         | S21-21       | —           | J9r-21                | —           | —           |
| (2+1)3LFI25+63A                         | S21-21       | —           | J9r-21                | —           | —           |
| (1+3)3LFI25+63A                         | S12-21       | —           | —                     | C2S1        | —           |
| (2+2)3LFI25+63A                         | S12-21       | —           | —                     | C4S3        | —           |
| (3+1)3LFI25+63A                         | S12-21       | —           | —                     | C2S1        | —           |
| (1+4)3LFI25+63A                         | S11-21       | S11-21      | —                     | C4S3        | —           |
| (2+3)3LFI25+63A                         | S11-21       | S11-21      | —                     | C2S3        | —           |
| (3+2)3LFI25+63A                         | S11-21       | S11-21      | —                     | C2S3        | —           |
| (4+1)3LFI25+63A                         | S11;12-21    | S11-21      | —                     | —           | —           |
| (1+5)3LFI25+63A                         | —            | —           | J18r-21               | —           | —           |
| (2+4)3LFI25+63A                         | —            | —           | J18r-21               | —           | —           |
| (3+3)3LFI25+63A                         | S12-21       | —           | J18r-21               | —           | —           |
| (4+2)3LFI25+63A                         | —            | —           | J18r-21               | —           | —           |
| (5+1)3LFI25+63A                         | —            | —           | J18r-21               | —           | —           |
| (1+1)3LFI25+100A                        | S12-23       | —           | —                     | C2S1        | —           |
| (1+2)3LFI25+100A                        | S11-23       | S11-23      | —                     | C4S3        | —           |
| (2+1)3LFI25+100A                        | S12-23       | —           | —                     | —           | —           |
| (3+1)3LFI25+100A                        | S11-23       | S11-23      | —                     | C2S3        | —           |
| (1+1)3LFI63+100A                        | S12-22       | S12-22      | —                     | C2S1        | —           |
| (1+2)3LFI63+100A                        | S11-22       | S11-22      | —                     | C4S3        | —           |
| (2+1)3LFI63+100A                        | S11-22       | S11-22      | —                     | —           | —           |
| (3+1)3LFI63+100A                        | —            | —           | J18r-22               | C2S3        | —           |
| Siguranțe auto-<br>mate mono-<br>polare | 6<br>9<br>12 | —<br>—<br>— | J5r-03<br>—<br>J9r-03 | —<br>—<br>— | —<br>B<br>— |
| 2×P2-10A                                | —            | —           | J5r-27                | —           | —           |
| 3;4×P2-10A                              | —            | —           | J9r-27                | —           | —           |
| 5×P2-10A                                | —            | —           | —                     | —           | B           |

| 1              | 2                   | 3      | 4       | 5            | 6 |
|----------------|---------------------|--------|---------|--------------|---|
| 8×P2-10A       | —                   | —      | J18r-27 | —            | — |
| 1×P2-25A       | S13;22;<br>23-31    | —      | J5r-31  | —            | — |
| 2×P2-25A       | —                   | —      | J5r-31  | —            | — |
| 3×P2-25A       | —                   | —      | J9r-31  | —            | — |
| 4×P2-25A       | —                   | —      | J9r-31  | —            | B |
| 5×P2-25A       | —                   | —      | —       | —            | B |
| 6×P2-25A       | —                   | —      | J18r-31 | —            | — |
| 1×P2-63A       | S13;22-32           | —      | J9r-32  | —            | — |
| 3×P2-63A       | —                   | —      | J18r-32 | —            | — |
| 5×P2-63A       | —                   | —      | —       | —            | B |
| 2×P3-10A       | —                   | —      | J5r-28  | —            | — |
| 3×P3-10A       | —                   | —      | J9r-28  | C2S          | — |
| 4×P3-10A       | —                   | —      | J9r-28  | —            | — |
| 5×P3-10A       | —                   | —      | —       | —            | B |
| 6×P3-10A       | —                   | —      | —       | C2S1<br>C4S3 | — |
| 8×P3-10A       | —                   | —      | J18r-28 | —            | — |
| 1×P3-25A       | S13;21;<br>22;23-33 | S13-33 | J5r-33  | —            | B |
| 2×P3-25A       | —                   | —      | J5r-33  | C2S          | — |
| 3×P3-25A       | —                   | —      | J9r-33  | —            | — |
| 4×P3-25A       | —                   | —      | J9r-23  | C2S1<br>C4S3 | B |
| 5×P3-25A       | —                   | —      | —       | —            | B |
| 6×P3-25A       | —                   | —      | J18r-33 | C2S3         | — |
| 1×P3-63A       | S13;21;<br>22-34    | S13-34 | J9r-34  | C2S          | — |
| 2×P3-63A       | —                   | —      | —       | C2S1<br>C4S3 | — |
| 3×P3-63A       | —                   | —      | J18r-34 | —            | — |
| 4×P3-63A       | —                   | —      | —       | C2S3         | — |
| 5×P3-63A       | —                   | —      | —       | —            | B |
| (1+3)P3-10+25A | —                   | —      | J9r-61  | —            | — |
| (2+2)P3-10+25A | —                   | —      | J9r-61  | —            | — |
| (3+1)P3-10+25A | —                   | —      | J9r-61  | —            | — |
| (2+2)P3-10+63A | —                   | —      | J18r-65 | —            | — |
| (4+1)P3-10+63A | —                   | —      | J18r-65 | —            | — |
| (2+2)P3-25+63A | —                   | —      | J18r-63 | —            | — |



| 1                 | 2                   | 3         | 4                | 5                  | 6  |
|-------------------|---------------------|-----------|------------------|--------------------|----|
| IP3-200A          | S11;12;<br>21-43    | S11;12-43 | —                | C2S2               | B1 |
| IP3-400A          | S10-44              | S10-44    | —                | C2S2               | C1 |
| IP3-630A          | S10-45              | S10-45    | —                | C2S5               | C1 |
| IP3-100A          | —                   | —         | —                | C2S                | B1 |
| (2+2)P2-10+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S                | —  |
| (2+3)P2-10+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S1               | —  |
| (3+3)P2-10+2LFI25 | S21-30              | S21-30    | —                | C4S3               | —  |
| (4+4)P2-10+2LFI25 | S11;12-20           | —         | J18r-29          | —                  | —  |
| (4+5)P2-10+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| (1+2)P2-25+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S                | —  |
| (2+2)P2-25+2LFI25 | S11;12-35           | S11-35    | J9r-35           | —                  | —  |
| (2+3)P2-25+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S1               | —  |
|                   |                     |           |                  | C2S3               | —  |
| (2+6)P2-25+2LFI25 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| (1+1)P2-25+2LFI25 | S12;13;<br>21;22-35 | S12-35    | —                | —                  | —  |
| (1+1)P2-63+2LFI63 | S12;13;21;<br>23-36 | —         | J9r-26           | C2S1<br>C4S3       | —  |
| (2+2)P2-63+2LFI63 | S11;12-36           | —         | —                | —                  | —  |
| (2+3)P2-63+2LFI63 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| (1+1)P3-10+3FLI25 | —                   | —         | —                | C2S                | —  |
| (3+3)P3-10+3FLI25 | S11;12-29           | —         | J18r-30          | —                  | —  |
| (3+4)P3-10+3FLI25 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| (2+2)P3-10+3FLI25 | S21-29              | —         | —                | C2S1;<br>3<br>C4S3 | —  |
| (1+1)P3-25+3FLI25 | S12;13;<br>21;22-37 | S12;21-37 | —                | C2S                | B  |
| (2+2)P3-25+3FLI25 | S11;12-37           | S11-37    | —                | C2S1<br>C4S3       | —  |
| (2+4)P3-25+3FLI25 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| (1+1)P3-63+3FLI63 | S12;13;21;<br>22-38 | S12-38    | J9r-25           | C2S1<br>C4S3       | B  |
| (2+2)P3-63+3FLI63 | S11-38              | S11-38    | —                | —                  | —  |
| (2+3)P3-63+3FLI63 | —                   | —         | —                | C2S3               | —  |
| 1 A sau 1 V       | S12;13;<br>21;22-51 | S13-51    | J9r-51<br>J9r-53 | C2S                | —  |
| 2 A sau 2 V       | S11-51              | —         | —                | C2S3               | —  |

| 1   | 2         | 3      | 4        | 5    | 6          |
|---|-----------|--------|----------|------|------------|
| 3 A sau 3 V                                 | —         | —      | J18r51   | —    | —          |
| (1+1) A+V                                   | S11-53    | —      | —        | —    | —          |
| (1+1) V + CV                                | S11;12-58 | S11-58 | —        | C2s1 | —          |
| (1+1+1) V+CV+A                              | —         | —      | J18r-59  | —    | —          |
| A+CIS≤600/5A                                | —         | —      | —        | CsS1 | B          |
|   |           |        |          | C4S3 |            |
| V+CV+3LFI25                                 | —         | —      | —        | idem | B          |
| 1×CIT-0,5t≤200/5A                           | —         | —      | J9r-52.1 | —    | —          |
| 3×CIT-0,5t=200/5A                           | —         | —      | J9r-52.3 | —    | —          |
| 1×CIT-0,5=400/5A                            | —         | —      | J9r-52.2 | —    | —          |
| 3×CIT-0,5=400/5A                            | —         | —      | J9r-52.4 | —    | —          |
| 1×CIS=600/5A                                | —         | —      | —        | C2S  | —          |
| 2×CIS=600/5A                                | —         | —      | —        | C2S1 | —          |
|   |           |        |          | C4S3 |            |
| 3×CIS=600/5A                                | —         | —      | —        | C2S3 | —          |
| IP3-400;600+A+CIS                           | —         | —      | —        | —    | C1         |
| 2LFI25+T500 1+1                             | —         | S10-14 | —        | —    | —          |
| VA-220/24 V 2+1                             | S10;11-24 | —      | J18r-41  | —    | B1         |
| Idem + 1×P2-10A                             | S10;11-04 | —      | J18r-42  | C2S2 | C          |
| 2;4×TCA-10A                                 | —         | —      | J9r-23   | —    | —          |
| 4;6×TCA-10A                                 | —         | —      | J18r-23  | —    | —          |
| 2TCA-10+2TSA-10                             | —         | —      | J9r-77   | —    | —          |
| 4TCA-10+4TSA-10                             | —         | —      | J18r-77  | —    | —          |
| Conectoare, cleme și<br>(50-2,5;40-6;20-16) | —         | —      | J9r-55   | —    | D          |
| 8B+32 cleme +LS                             | —         | —      | J9r-80   | —    | —          |
| AAR 10÷25 A                                 | —         | —      | —        | —    | C          |
| AAR 40÷63 A                                 | —         | —      | —        | —    | B+C        |
|   |           |        |          | C1   | C1         |
| AAR 100÷200 A                               | —         | —      | —        | —    | 2B+<br>2C1 |

Notă: Alcătuirea tablourilor din cutii, conform fig. 8.9.

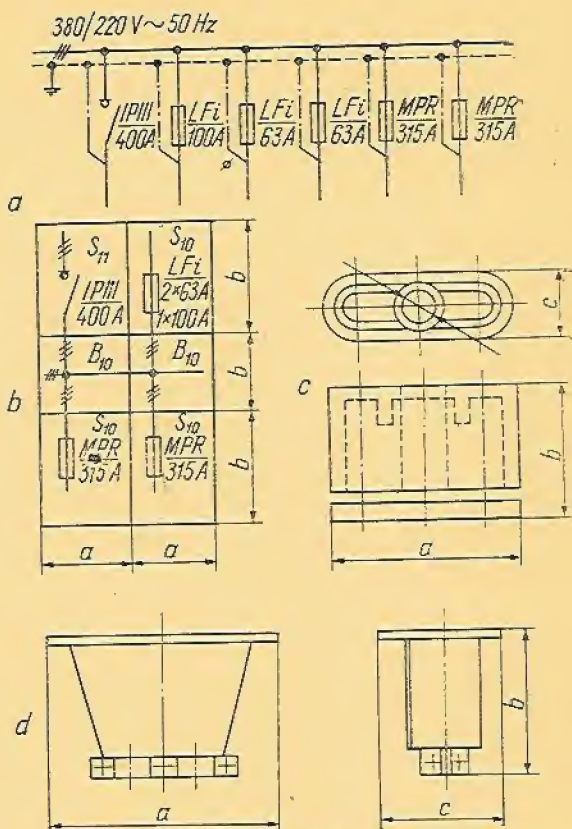


Fig. 8.9. Tablouri de distribuție capsulate:

*a* — schema electrică; *b* — compunerea tabloului corespunzător schemei *a* din cofrete tip EA; *c* — cutii terminale din masă plastică; *d* — idem, metalice.



### 8.1.6.2. Tablouri de distribuție ELECTROCONTACT — Botoșani

| Conținut | Cofret | Conținut | Cofret |
|----------|--------|----------|--------|
| 1        | 2      | 3        | 4      |

#### Cofrete cu aparate de măsură

|                                      |               |                    |         |
|--------------------------------------|---------------|--------------------|---------|
| CITI-100/5 ÷ 600/5                   | T80;P80       | CITO-100/5 ÷ 600/5 | T80;P80 |
| Ampermetru IEQ 72 ÷ 144              | T40;P40       | Voltmetru IEQ 144  | T40;P40 |
| Idem + comutator                     | T80;P80       | Idem + comutator   | T80;P80 |
| Voltmetru IEQ + comutator voltmetric | + 1 × 3LF25 A |                    | T80;P80 |

#### Cofrete cu aparate de comutare

|                             |         |                             |         |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
| Comutator C16 ÷ C40(2;3)    | T20;P20 | Înterruptor<br>USOL 100     | T40;P40 |
| Idem, C63-3, C100-3         | T40;P40 | Înterruptor<br>USOL 250     | T83;P81 |
| Idem, C200-3                | T83;P81 | Înterruptor<br>USOL 500     | T83;P82 |
| Înterruptor AMRO<br>16 ÷ 40 | T40;P40 | Comutator Y 32 ÷ 100        | T43;P40 |
| Contactator TCA 10 ÷ 32     | T40;P40 | Contactator TCA<br>63 ÷ 100 | T43;P40 |
| TCA10 + TSA 10              | T20;P20 | TCA 32 + TSA 32             | T43;P40 |
| TCA 63 + TSA 63             | T83;P81 | Automate monopolare         | T20;P20 |

#### Cofrete cu siguranță

|                          |         |                              |         |
|--------------------------|---------|------------------------------|---------|
| 1;2 × 2LFI25; 1 × 2LFI63 | T20;P20 | 1 × 3LFI25; 1 × 3LFI63       | T20;P20 |
| 3;4 × 2LFI25; 3 × 2LFI63 | T40;P40 | 3 × 3LFI25; 2 × 3LFI63       | T40;P40 |
| 6 × 2LFI63; 4;6 × 3LFI25 | T80;P80 | 4 × 3LFI63                   | T80;P80 |
| 1 × 3LFI25 + 2 × 3LFI63  | T40;P40 | 2 × 3LFI25 + 1 × 3LFI63      | T40;P40 |
| 2 × 3LFI25 + 2 × 3LFI63  | T80;P80 | 1 × 3LFI100                  | T40;P40 |
| 2 × 3LFI100              | T80;P80 | 1 × 3LFI100 +<br>+ 3 × LFI25 | T80;P80 |
| 1 × 3LFI100 + 3 × 3LFI63 | T80;P80 | 1 × 3LFI25 +<br>+ 3 × 3LFI63 | T80;P80 |
| 4 × 3LFI25 + 2 × 3LFI63  | T80;P80 | 5 × 3LFI25 +<br>+ 1 × 3LFI63 | T80;P80 |
| 1 × 3Sist00 (4 ÷ 100 A)  | T40;P40 | 2 × 3Sist00 (4 ÷ 100 A)      | T80;P80 |
| 1 × 3Sist0 (35 ÷ 160 A)  | T40;P40 | 2 × 3Sist0 (35 ÷ 100 A)      | T80;P80 |
| 1 × 3Sist1 (35 ÷ 250 A)  | T80;P80 | 1 × 3Sist2 (224 ÷ 400 A)     | T83;P81 |
| 1 × 3Sist4 (315 ÷ 630 A) | T83;P81 |                              |         |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

*Cofrete cu întreruptoare și siguranțe*

|                  |         |                 |         |
|------------------|---------|-----------------|---------|
| 1×C16;25+1×2LF25 | T20;P20 | 1×C25 + 1×3LF25 | T40;P40 |
| 1×C16+1×3LF25    | T20;P20 | 1×C63 + 1×3LF63 | T40;P40 |

*Cofrete cu transformatoare și siguranțe*

|                             |         |                             |         |
|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
| 1×TMA 100 VA +<br>+2×2LFI25 | T40;P40 | 1×TMA 250 VA +<br>+2×2LFI25 | T83;P81 |
| Idem + 1C16.2               | T40;P40 | Idem + C16.2                | T83;P81 |
| 1×TMA 400 VA +<br>+2×2LFI25 | T83;P81 | 1×TMA 630 VA +<br>+2×2LFI25 | T83;P81 |
| Idem + 1C16.2               | T83;P81 | Idem + 1C16.2               | T83;P81 |

*Cofrete cu bare*

|                |                   |   |                    |
|----------------|-------------------|---|--------------------|
| Bare 200 A     | T;P40;80          | Conectoare 2,5÷6 mm <sup>2</sup>                            | T20;P20            |
| Bare 400;630 A | T43;83;<br>P40;81 | Idem 16÷200 mm <sup>2</sup><br>Idem 400;630 mm <sup>2</sup> | T40;T80<br>T43;P40 |

*Cofrete cu conectoare*

Notă. 1. Caracteristici tehnice:  $U_n = 500$  V;  $I_n = 6 \dots 630$  A; protecție mecanică T-IP43, P-IP33 (la cerere IP54), condiții de funcționare mediu A, B, C, D, E, temperatura  $-15 \dots +40^\circ\text{C}$ , altitudine maximă 2000 m.

2. Construcție: din tablă T sau masă plastică P în trei mărimi 2, 4, 8 cu dimensiuni de gabarit:

| Tipul | $L \times l \times a$ , mm | Tipul | $L \times l \times a$ , mm | Tipul | $L \times l \times a$ , mm |
|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|
| T20   | 163×270×170                | T83   | 606×312×232                | P80   | 556×270×170                |
| T40   | 290×290×172                | P20   | 134×270×170                | P81   | 556×270×210                |
| T43   | 280×280×232                | P40   | 270×270×170                | P82   | 556×270×255                |
| T80   | 606×312×172                |       |                            |       |                            |

3. La cerere cofretele pot fi echipate diferit, conform schemei beneficiarului, cu respectarea prescripțiilor tehnice de încărcare și distanțe de izolație; de asemenea, funcție de cerințele de asamblare a cofrețelor în tablou, pentru aceleași aparate cofretele pot avea și alte mărimi.

## 8.1.6.3. Cutii terminale

| Tip              | Din:           | $a \times b \times c$ , mm | $n \times \varnothing$ | Tip    | Din:             | $a \times b \times c$ , mm | $n_c \times \varnothing$ |
|------------------|----------------|----------------------------|------------------------|--------|------------------|----------------------------|--------------------------|
| ELECTROAPARATAJ  |                |                            |                        |        |                  |                            |                          |
| T.11             | Tablă<br>oțel  | 220 × 246 × 86             | 1 × 68                 | T.14,1 | Silu-<br>miniu   | 220 × 250 × 130            | 1 × 30                   |
| T.12             |                | 220 × 246 × 86             | 2 × 54                 | T.16,1 |                  | 220 × 250 × 120            | 1 × 30                   |
| T.13             |                | 220 × 246 × 86             | 3 × 50                 | T.21,2 |                  | 220 × 170 × 100            | 2 × 46                   |
| T.14             |                | 220 × 246 × 86             | 4 × 34                 | T.21,1 |                  | 220 × 170 × 100            | 1 × 49                   |
| T.16             |                | 220 × 246 × 113            | 6 × 28                 | T.23,1 |                  | 220 × 170 × 100            | 1 × 30                   |
| T.21             |                | 220 × 146 × 86             | 1 × 48                 | T.24,1 | 220 × 170 × 100  | 1 × 26                     |                          |
| T.22             |                | 220 × 146 × 86             | 2 × 38                 | —<br>— | Masă<br>plastică | 175 × 150 × 90             | 1 × 64                   |
| T.24             |                | 220 × 146 × 100            | 4 × 28                 |        |                  | 175 × 150 × 90             | 2 × 64                   |
| ICMA — București |                |                            |                        |        |                  |                            |                          |
| T.11,1           | Silu-<br>miniu | 300 × 250 × 130            | 1 × 68                 | CT1    | Tablă<br>oțel    | 225 × 125 × 240            | 1 × 65                   |
| T.11,2           |                | 300 × 250 × 130            | 2 × 68                 | CT2    |                  | 225 × 125 × 240            | 2 × 65                   |
| T.12,1           |                | 200 × 250 × 130            | 1 × 68                 | CT3    |                  | 225 × 125 × 240            | 3 × 45                   |
| T.12,2           |                | 300 × 250 × 130            | 2 × 48                 | CT4    |                  | 225 × 125 × 240            | 4 × 45                   |
| T.13,1           |                | 300 × 250 × 130            | 1 × 48                 | CT5    |                  | 225 × 125 × 240            | 5 × 35                   |
| T.13,2           |                | 220 × 250 × 130            | 2 × 30                 |        |                  |                            |                          |

Notă: Se consultă fig. 8, 9.



## 8.2. Celule prefabricate de medie tensiune

### 8.2.1. Celule prefabricate pentru instalații de conexiuni

#### 8.2.1.1. Celule de interior închise

| Tipul celei                       | $U_n$ ,<br>kV | $I_n$ ,<br>A | $S_R$ ,<br>MVA | $I_{1s}$ ,<br>kA | $I_d$ ,<br>kA  | Între-<br>ruptor | Pro-<br>tecția | Masa,<br>kg  |
|-----------------------------------|---------------|--------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| CIL...-A-1-12B/<br>1250;2500;4000 | 7,2<br>12,0   | 30÷<br>4000  | 400<br>500     | 40,0<br>40,0     | 100,0<br>100,0 | IO+MR<br>IO+MR   | IP32<br>IP32   | 1400<br>1400 |
| CIL...-A-1-24/<br>630;1250        | 24,0          | 5÷<br>1250   | 500            | 30,0             | 76,5           | IO+MR            | IP31           | 1200         |
| CIL...-MA-1-12/<br>630;1250;2500  | 7,2<br>12,0   | 5÷<br>2500   | 300<br>500     | 30,0<br>30,0     | 76,5<br>76,5   | IO+MR<br>IO+MR   | IP31<br>IP31   | 1100<br>1100 |
| CIL...-2-10/<br>630;1250;2500     | 6,0<br>10,0   | idem<br>idem | 250<br>500     | 30,0<br>30,0     | 76,5<br>76,5   | IO+MR<br>IO+MR   | IP32<br>IP32   | —<br>—       |
| CIL...-2-20/<br>630;1250          | 20,0          | 5÷<br>1250   | 500            | 30,0             | 76,5           | IO+MR            | IP32           | —            |

Notă. 1. Simbolizare: C — celulă prefabricată; II — închisă de interior; *punctele*, funcție de destinația celei, se înlocuiesc prin: L — cu întreruptor (pentru linie, motor, transformator, etc.), M — măsură,  $M_k$  — măsură pe cablu,  $M_{kb}$  — măsură pe cabluri și bare, C — de cuplă tip separator, Si — servicii interne, K — cabluri, D — descărcătoare, t — cu trecere laterală în bare; Pb — pod de bare; A — cu racord aerian în bare (As — spate, Adr — dreapta, Astg — stînga); M — modernizată; A — cu rezistență la arc liber; 1(2) — cu un (două) sisteme de bare; 10, 12, 20, 24 — tensiunea nominală, în kV; B — cu putere de rupere mărită; 630, 1250, 2500, 4000 — curentul nominal, în A. Exemplu: CILt-A-1-12B/1250.

2. Racordul aerian se realizează printr-un model atașat în spatele (As), stînga (Astg) sau dreapta (Adr) celei de racord.

3. Celulele au blocaje mecanice contra manevrei căruciorului sub sarcină; închiderea întreruptorului este permisă numai în poziție de *lucru*, de *control* sau extras din celulă.

4. Pentru legături longitudinale sau transversale între barele colectoare ale pachetelor de celule din aceeași stație se utilizează poduri de bare.

5. Construcția celulelor și podurilor de bare este arătată schematic în fig. 8.10, iar schemele comutației primare sînt date în fig. 8.10 și 8.11.

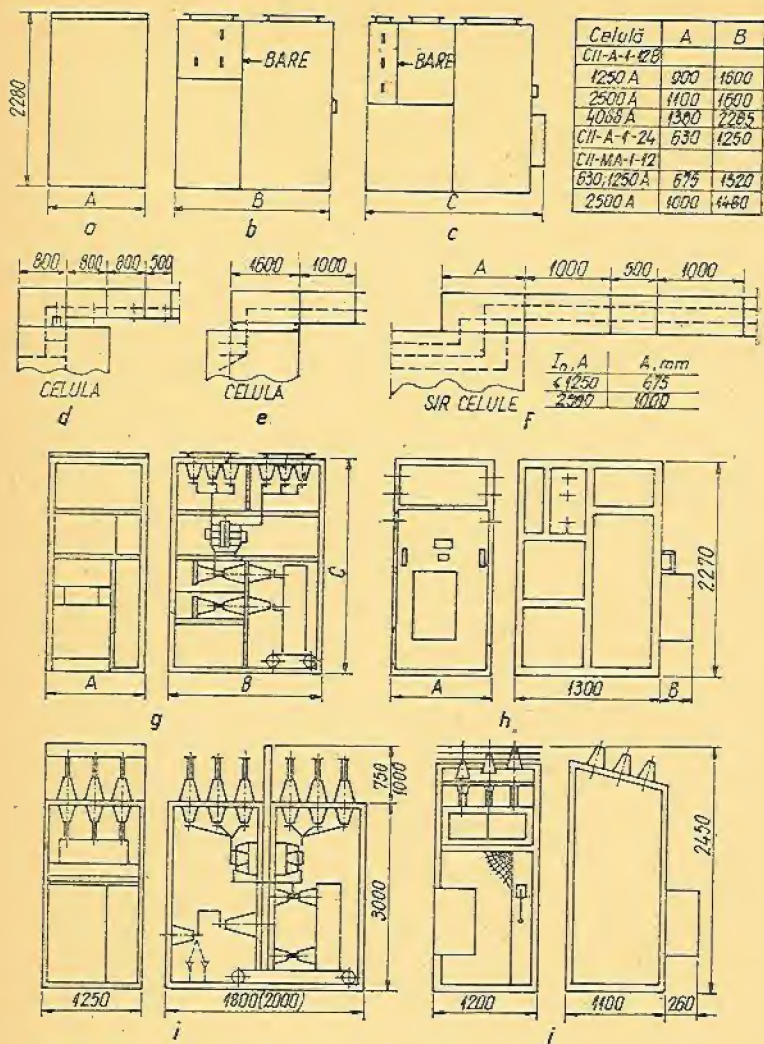


Fig. 8.10. Celule prefabricate pentru instalații de conexiuni interioare:  
 — vedere din față pentru: b — CII-A-1-12B/1250; 2500, CII-A-1-24/630; 1250; e — CII-A-1-12; d — pod de bare transversal PTB/≤ 2500 A; e — idem PTB/4000 A; f — pod de re longitudinal ctajat PBLet/≤ 2500 A; g — CII-2; h — CI-M-1; CI-M-1; i — CI-20; j — CPA;

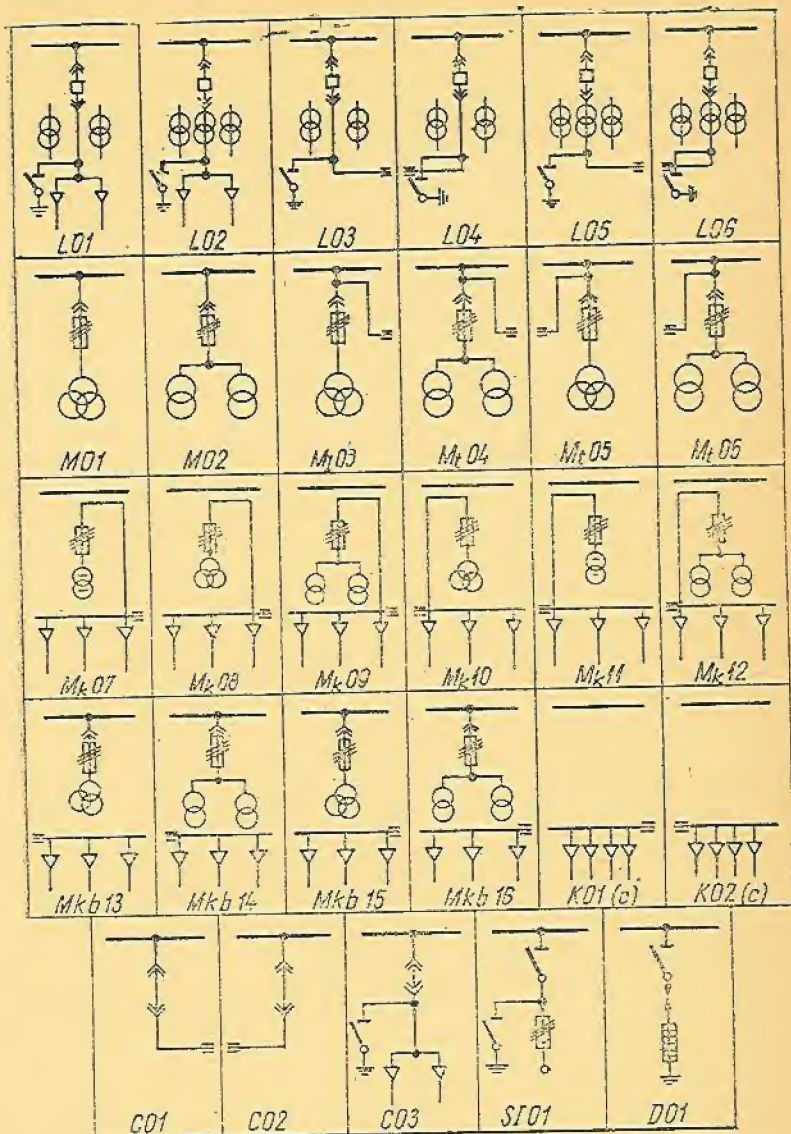


Fig. 8.11. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate închise pentru instalații de conexiuni (se citesc cu § 8.2.1.1; semnificația semnelor — § 1.7.1).



## 8.2.1.2. Celule de interior deschise

| NI-ICMP   | Simbolizarea |       |       | Fig. 8.12 | Simbolizarea       |       |       | Fig. 8.12 |
|-----------|--------------|-------|-------|-----------|--------------------|-------|-------|-----------|
|           | Litere       | Cifre |       |           | Litere             | Cifre |       |           |
|           |              | gr.1  | gr.2  |           |                    | gr.1  | gr.2  |           |
| NI 113-74 | CILCS*       | 131   | 01÷04 | 1;3*      | CICD               | 131÷  | 02    | 13        |
|           | CILAS        | 151   | 11÷14 | 1;3*      |                    | 251   |       |           |
|           |              | 231   | 21÷24 | 1;3*      |                    |       |       |           |
|           |              |       | 51÷54 | 2;4*      | CIMS*              | 108   | 01÷04 | 14;15*    |
|           |              |       | 61÷64 | 2;4*      | CIMd               | 208   |       |           |
|           |              |       | 71÷74 | 2;4*      | CIMDs              | 108;  | 01÷04 | 16        |
|           | CILCD        | 131   | 01÷04 | 5;7*      | CIMD <sub>sc</sub> | 208   |       |           |
|           |              | 151   | 11÷14 | 5;7*      | CIMDo              | 108   | 01÷04 | 17        |
|           |              | 231   | 21÷24 | 5;7*      |                    | 208   | 01÷04 | 17        |
|           |              |       | 51÷54 | 6;8*      | CISIS              | 01    | 01    | 18        |
|           |              |       | 61÷64 | 6;8*      | CISID              | 108   | 01    | 19        |
|           |              |       | 71÷74 | 6;8*      |                    | 208   | 01    | 19        |
|           | CITCS        | 131   | 01;02 | 9;10*     |                    | 102   | 02    | 20        |
|           | CITAS        | 151   | 01    | 9;10*     | CIS                | 208   | 02    | 20        |
|           | CITCD+       | 161   | 01    | 9;10*     |                    |       |       |           |
|           | CITAD        | 231   | 01;02 | 9;10*     | CIS                | 131÷  | —     | 21,22*    |
|           |              | 251   | 01    | 9;10*     | CID+               | 251   |       |           |
| NI 109-74 |              |       |       |           | CICLS              | 131÷  | 01    | 11;12*    |
|           | CPAC         | 1322d | —     | 23        | CICLD              | 151   |       |           |
|           | CPAF         | 1322  | —     | 24        |                    |       |       |           |
|           | CPAD         | 1321  | —     | 25        | CPAF               | 1090  | —     | 28        |
|           | CPAT         | 1321d | —     | 26        | CPAD               | 1050  | —     | 28        |
|           | CPAM         | 1080d | —     | 27        | PSI-PA             | —     | —     | —         |

Notă: 1. Semnificația simbolurilor. NI 113-74: C — celulă; I — de interior; A — aerian; L — linie; C — cu cuplă; T — transformator; C — cuplă transversală (a treia literă), cablu (a patra literă); S, s — simplu sistem de bare; D, d — dublu sistem de bare; M — măsură; SI — servicii interne; CL — cuplă longitudinală; cifre: prima — tensiunea nominală (1–10 kV, 2–20 kV), a doua — curentul nominal (0 — neglijabil, 2–200 A, 3–630 A, 5–1250 A, 6–2500 A), a treia — tip aparat principal (1–IO + MR, 5 — STI, 8 — STI + siguranțe fuzibile), a patra și a cincea — varianta comutației secundare, NI 109-74; C — celulă de interior (prima literă), de cuplă (ultima literă); PA — punct de alimentare; PSI — servicii interne; F — fider; D — distribuitor; transformator; cifrele — v. sus.

2. Schemele 7, 8, 9-CITAS, 10-CITAD se montează într-o celulă și jumătate; schemele 9-CITCS, 10-CITCS131, 151, 231 și schema 12 se montează fără separator de linie într-o celulă, iar variantele 161, 251, în două celule; variantele 02 la schemele 9, 10 au numai două transformatoare de curent.

3. Construcția celulelor — v. fig. 8.10, iar construcția anexe de montaj — v. fig. 8.13.

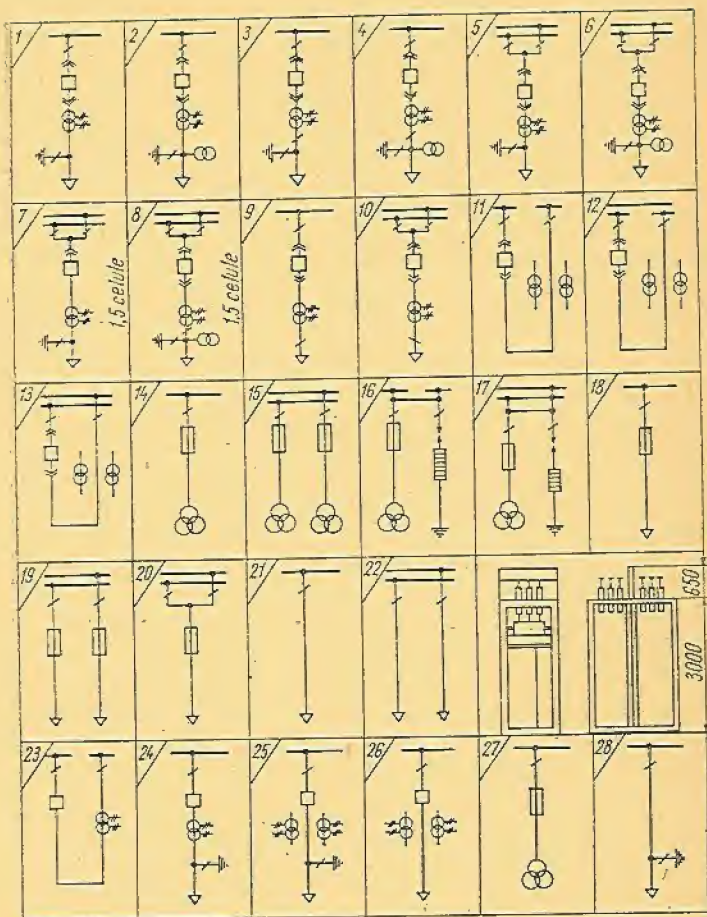


Fig. 8.12. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate de interior deschise pentru instalații de conexiuni (se citesc cu § 8.2.1.2; semnificația semnelor — § 1.7.1).

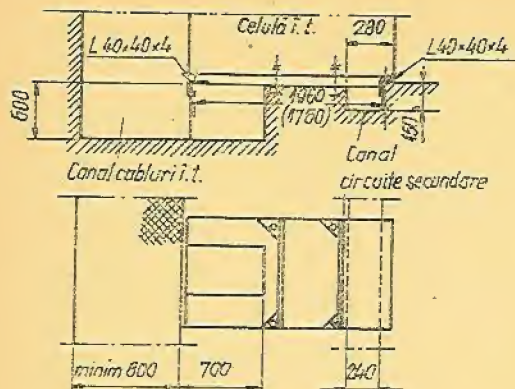


Fig. 8.13. Montajul celulelor deschise pentru instalații de conexiuni interioare.

## 8.2.2. Celule prefabricate pentru posturi de transformare

### 8.2.2.1. Celule de interior închise

Caracteristici tehnice

|                 |              |             |          |          |   |
|-----------------|--------------|-------------|----------|----------|---|
| $U_n$ , kV      |              | 6           | 10       | 20       | Tip protecție IP31.<br>Ventilație naturală.<br>Execuție normală și TH,<br>THA.<br>Bare simple, pot fi secționare.<br>Comutație secundară (protecție) numai pe celulele cu IUPM, după scheme tip, cu rele primare sau secundare. Construcție — fig. 8.15 |
| $I_n$ , A       |              | până la 630 |          |          |   |
| $S_R$<br>MVA    | IUPM<br>STIS | 150<br>7    | 150<br>7 | 150<br>7 |   |
| $I_{t01}$<br>kA | IUPM<br>STIS | 10<br>15    | 10<br>15 | 10<br>10 |   |
| $I_d$<br>kA     | IUPM<br>STIS | 25<br>38    | 25<br>38 | 25<br>25 |   |
|                 |              |             |          |          |   |

Varianțe de echipare Fig. 8.14.

| Poz. | Denumirea            | Simbolul                  | Varianțe   |
|------|----------------------|---------------------------|--|
| 1    | 2                    | 3                         | 4  |
| 1    | întrerupător IUP-M   | CIPI(A, Al, As, AA1, AAs) | a — cuțit; b — cu t.c.; c — fără; d — combinație a, b, c — racord aerian |
| 2    | separator STIS + FIn | CIPSiF (idem)             | a — fără cuțite de legare la pământ; b — pentru racord aerian            |
| 3    | separator STIS       | CIPSi (idem)              |  |



| 1                               | 2  | 3   | 4                     | 5                 | 6                                   |
|---------------------------------|----|---|-----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Variante de echipare, fig. 8.14 | 4  | Celule prefabricate de post de transformare, echipate cu: | STI + FI <sub>n</sub> | CIPSE             | a — fără cuțite de legare la pământ |
|                                 | 5  |   | STI                   | CIPS              |                                     |
|                                 | 6  |   | IUPM-cuplă            | CIPI <sub>c</sub> | a — cu transformator curent         |
|                                 | 7  |   | STI-cuplă             | CIPSc             | —                                   |
|                                 | 8  |   | măsură                | CIPM              | a — fără siguranțe                  |
|                                 | 9  |   | idem + tc             | CIPMb             | a — fără siguranțe                  |
|                                 | 10 |   | descărcător           | CIPD              | —                                   |

Notă: CIP — celulă prefabricată de interior pentru post de transformare; I — cu întreruptor; S — cu separator; Si — idem, de sarcină; F — siguranțe de înaltă tensiune; M — măsură; b — cu transformatoare de curent de bare; c — pentru cuplă; D — cu descărcător; A — cu ieșire sau intrare aeriană; l — cu modul lateral; s (după A) — cu modul spate; cifre — tensiunea nominală în kV.

## 8.2.2.2. Celule de interior deschise

| Simbolizare | Fig. 8.14 | Simbolizare | Fig. 8.14 | Simbolizare  | Fig. 8.14 |
|-------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| 1           | 2         | 3           | 4         | 5            | 6         |
| CPTIs 1321d | 11        | CPLIj 1329d | 13        | CPCI 1329d   | 14        |
| CPTIj 2321d | 11        | CPLIj 2329d | 13        | CPCI 2329d   | 14        |
| CPTIj 1325d | 12        | CPMB 1052   | 9         | CPCS 1350    | 15        |
| CPTIj 2325d | 12        | CPMB 2052   | 9         | CPCS 2350    | 15        |
| CPTIj 1326d | 12        | CPD 1050    | 10        | CPTFs, CPTFj | 16        |
| CPTIj 2326d | 12        | CPD 2050    | 10        | 1180, 2180   |           |
| CPTIj 1328d | 12        | CPTspFs,    |           | CPTsps,      | 17        |
|             |           | CPTspFj     |           | CPTspj       |           |
| CPTIj 2328d | 12        | 1190, 2190  | 2         | 1290, 2190   |           |
| CPLIs 1321  | 11        | CPLSpTs,    |           | CPLSs,       | 18        |
|             |           | CPLSpTj     |           | CPLSj        |           |
| CPLIj 2321  | 11        | 1270, 2170  | 3         | 1350, 2350   |           |
| CPLIj 1325d | 12        | CPCI 1325d  | 14        | CPLSTs,      |           |
|             |           |             |           | CPLSTj       |           |

| 1           | 2  | 3          | 4  | 5                 | 6 |
|-------------|----|------------|----|-------------------|---|
| CPLIj 2325d | 12 | CPCI 2325d | 14 | 1360, 2360        | 5 |
| CPLIj 1326d | 12 | CPCI 1326d | 14 | CPLSps,<br>CPLSpj |   |
| CPLIj 2326d | 12 | CPCI 2326d | 14 | 1270, 2170        | 3 |
| CPLIj 1328d | 12 | CPCI 1327d | 14 | CPM1052           | 8 |
| CPLIj 3228d | 12 | CPCI 2327d | 14 | CPM 2052          | 8 |
| CPLIj 1327d | 13 | CPCI 1328d | 14 | AAR 1d            | — |
| CPLIj 2327d | 13 | CPCI 2328d | 14 | AAR 2d            | — |

Notă: 1. Simbolizare; CP — celulă prefabricată pentru post de transformare; L, T, M, D — v. § 8.2.1.2.; I, S, F — v. 8.6.2.2.1; T (al doilea) — cu cuțite de punere la pământ; B — cu reductoare de curent pe bare; p — de sarcină; s, f — racord sus, jos; cifre: prima — tensiunea nominală (1–10 kV, 2–20 kV), a doua — curentul maxim (0 — neglijabil, 1 — până la 200 A, 2 — 200÷400 A, 3 — 400÷630 A), a treia — tipul aparatului principal (2 — cu IUPM + MRI, 5 — STI, 6 — STIP, 7 — STIS, 8 — STI + Fin, 9 — STIS + Fin), a patra — varianta de comutație secundară (1 — protecție prin relee primare, directe și de gaze, 5d — protecție secundară directă de c.a. cu DPCA, fd — protecție maximă temporizată în c.c.; 8d — idem prin bloc BACC; 7d — idem cu posibilitatea montării AAR în c.c.; 9d — idem în c.c.; 0 — fără protecție secundară)

2. Dimensiuni de gabarit, — v. fig. 8.15.

## 8.2.2.3. Celule de exterior

| Simbolul |       |         | Fig. 8.14 |       |    | Simbolul |       |    | Fig. 8.14 |    |    |
|----------|-------|---------|-----------|-------|----|----------|-------|----|-----------|----|----|
| ACETA    | 1321a | 19; 22* | ACEC      | 1328d | 14 | ACESI    | 1328d | 14 | 8; 26*    | 27 | 28 |
|          | 2321a | 19; 22* |           | 2328d | 14 |          | 1180a | 14 |           |    |    |
|          | 1323a | 20; 23* |           | 2328d | 14 |          | 2180a | 14 |           |    |    |
|          | 2323a | 20; 23* |           | 2328d | 14 |          | 2081d | 14 |           |    |    |
|          | 1325a | 21; 24* |           | 2328d | 14 |          | 2081d | 14 |           |    |    |
|          | 2325a | 21; 24* |           | 2328d | 14 |          | 2081d | 14 |           |    |    |
|          | 1328d | 21; 25* |           | 2328d | 14 |          | 2050a | 14 |           |    |    |
| ACETC    | 1328d | 21; 24* | ACEMC     | 2081d | 27 | ACEMD    | 2081d | 27 | 29        | 29 | 30 |
|          | 2328d | 21; 24* |           | 2081d | 27 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
|          | 1325a | 12; 25* |           | 2081d | 27 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
|          | 2325a | 12; 25* |           | 2081d | 27 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
| ACELC*   | 2328d | 12; 25* | ACEMDA    | 1081d | 29 | CE-10kV  | 1081d | 29 | rezervă   | 18 | 18 |
|          | 2328d | 12; 25* |           | 1081d | 29 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
|          | 2328d | 12; 25* |           | 1081d | 29 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
| ACEC     | 1325a | 14      | Ce-20 kV  | 1081d | 29 | rezervă  | 1081d | 29 | rezervă   | 18 | 18 |
|          | 1325a | 14      |           | 1081d | 29 |          | 1081d | 29 |           |    |    |
|          | 2325a | 14      |           | 1081d | 29 |          | 1081d | 29 |           |    |    |

Notă: 1. Simbolizare: A — curent operativ alternativ; C — celulă prefabricată; E — de exterior; L, T, M, D, SI, A, C — v. § 8.2.1.2.; cifre: prima, a doua, a treia — v. § 8.2.1.2., a patra — varianta de comutație

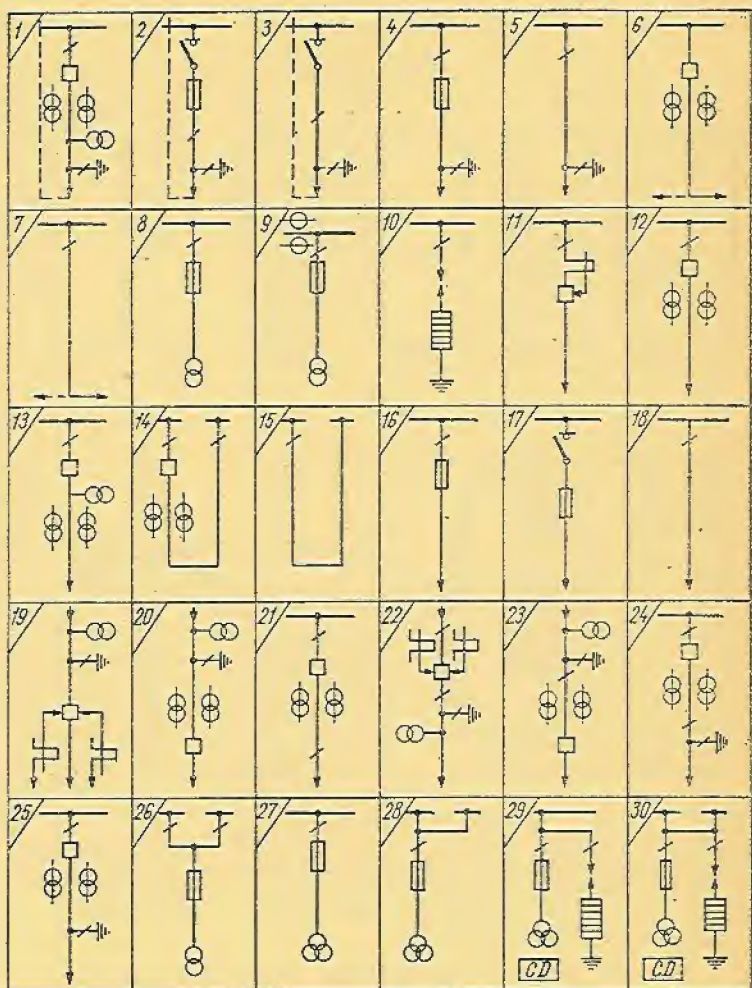


Fig. 8.14. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate de post de transformare (se citesc cu § 8.2.2; semnificația semnelor — § 1.7.1).



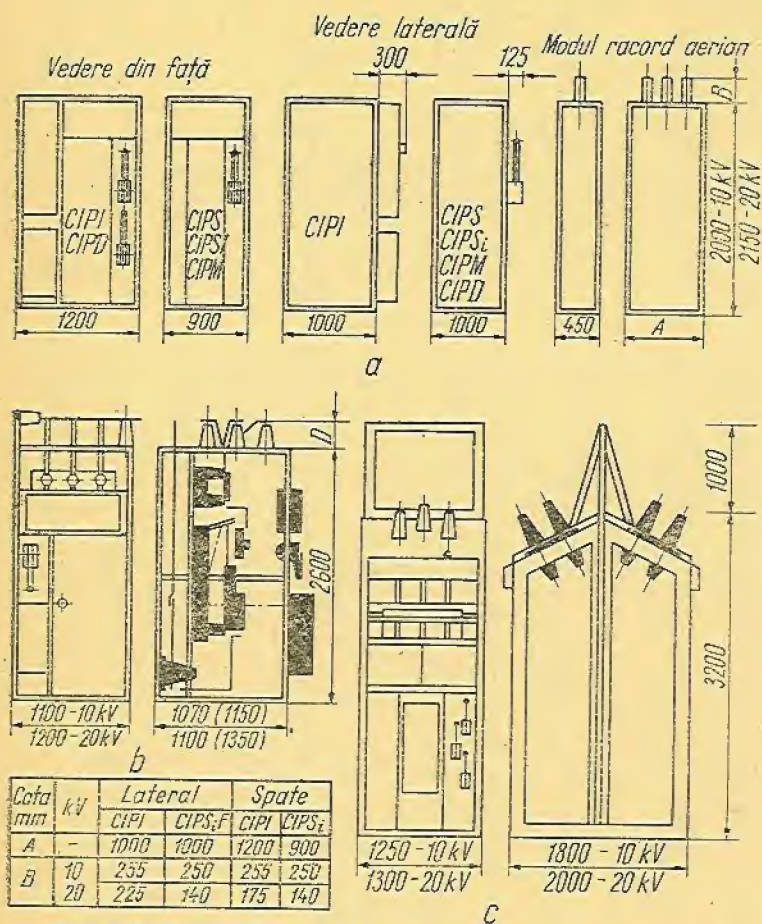


Fig. 8.15. Celule prefabricate pentru posturi de transformare:

a — închise, de interior (§ 8.2.2.1); b — deschise, de interior (§ 8.2.2.2); c — de exterior (§ 8.2.2.3).

tație secundară (la — protecție prin relece primare directe, fără măsura curentului și energiei, 3a — protecție maximală temporizată cu DPCA, fără măsura curentului și energiei; 5a — idem, cu măsura curentului și energiei, la cuplă fără AAR, 8d — protecție maximală temporizată în c.c. prin BACC, cu măsura curentului și energiei, la cuplă fără AAR, 1d — cu protecție contra punerilor la pământ în celulă, 0a — fără protecție secundară).

2. Dimensiuni de gabarit, v. fig. 8.15.

### 8.3. Baterii de condensatoare statice pentru îmbunătățirea factorului de putere

#### 8.3.1. Baterii de condensatoare statice 380/220 V.

| Tip<br>BACDm | Nr. trepte<br>kvar/tr. | Fig. 8.16  | Tip<br>BACDm | Nr. trepte<br>kvar/tr. | Fig. 8.16   |
|--------------|------------------------|------------|--------------|------------------------|-------------|
| 1            | 2                      | 3          | 4            | 5                      | 6           |
| 380/0-       |                        |            | 380/0-       |                        |             |
| 60-1         | 1×60                   | a-2; e-2   | 360-4s       | 2×60+2×120             | b-2÷4; e-4  |
| 80-1         | 1×80                   | a-2; e-2   | 420-4s       | 1×60+3×120             | a-1÷4; e-11 |
| 120-1        | 1×120                  | a-1; e-1   | 480-4a       | 4×120                  | a-1÷4; e-8  |
| 160-1        | 1×160                  | a-1; e-1   | 480-4s       | 2×80+2×160             | c-2÷4; e-4  |
| 60-2a        | 2×30                   | b-2; e-2   | 560-4s       | 1×80+3×160             | a-1÷4; e-11 |
| 80-2a        | 2×40                   | b-2; e-2   | 640-4a       | 4×160                  | a-1÷4; e-8  |
| 120-2a       | 2×60                   | b-2; e-1   | 240-5s       | 2×30+3×60              | d-5; e-5    |
| 160-2a       | 2×80                   | b-2; e-1   | 320-5s       | 2×40+3×80              | d-5; e-5    |
| 240-2a       | 2×120                  | a-1÷2; e-6 | 480-5s       | 2×60+3×120             | c-2÷5; e-8  |
| 320-2a       | 2×160                  | a-1÷2; e-6 | 540-5s       | 1×60+4×120             | a-1÷5; e-9  |

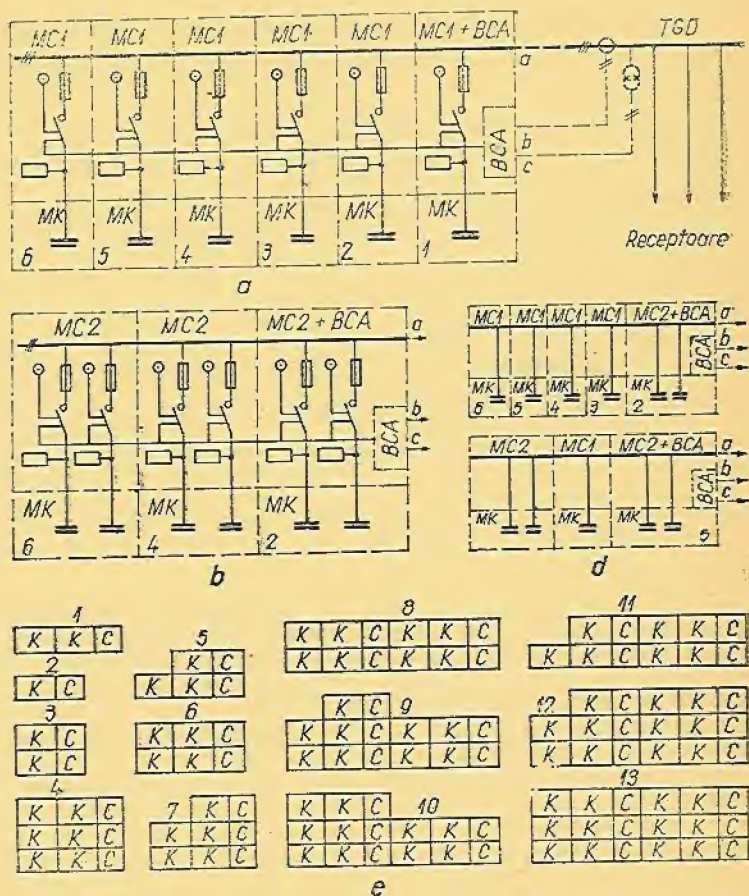
| 1      | 2          | 3          | 4      | 5          | 6           |
|--------|------------|------------|--------|------------|-------------|
| 120-3s | 2×30+1×60  | c-2÷3; e-3 | 600-5a | 5×120      | a-1÷5; e-10 |
| 160-3s | 2×40+1×80  | c-2 3; e-3 | 640-5s | 2×80+3×160 | c-2÷5; e-8  |
| 180-3a | 3×60       | c-2÷3; e-5 | 720-5s | 1×80+4×160 | a-1÷5; e-9  |
| 240-3a | 3×80       | c-2÷3; e-5 | 800-5a | 5×160      | a-1÷5; e-10 |
| 240-3s | 2×60+1×20  | c-2÷3; e-5 | 300-6s | 2×30+4×60  | b-2÷6; e-7  |
| 300-3s | 1×60+2×120 | a-1÷3; e-6 | 400-6s | 2×40+4×80  | b-2÷6; e-7  |
| 320-3s | 2×80+1×60  | c-2÷3; e-6 | 600-6s | 2×60+4×120 | c-2÷6; e-10 |
| 360-3a | 3×120      | a-1÷3; e-4 | 720-6a | 6×120      | a-1÷6; e-13 |
| 400-3s | 1×80+2×160 | a-1÷3; e-4 | 800-6s | 2×80+4×160 | c-2÷6; e-10 |
| 480-3a | 3×160      | a-1÷3; e-4 | 880-6s | 1×80+5×160 | a-1÷6; e-12 |
| 180-4s | 2×30+2×60  | b-2÷4; e-5 | 660-6s | 1×60+5×120 | a-1÷6; e-12 |
| 240-4s | 2×40+2×80  | b-2÷4; e-5 | 960-6a | 6×160      | a-1÷6; e-13 |

Notă. 1. Construcție modulară; modul de comandă 500×660×470 mm MC1 — cu un contactor (pentru o treaptă) sau MC2 — cu 2 contactoare (pentru 2 trepte); bloc pentru comanda automată BCA integrat într-unul din MC componente; modul de condensatoare MK pentru 4(3)×15(20) kvar 73×500 (605)×330 mm; grad protecție MC — IP20, MK — IP00; producție I. ELECTROTEHNICA-București.

2. Condiții tehnice: *tensiuni nominale* — condensatoarele 380/220 V, circuite secundare 220 V, semnal automatare 380 V între 2 faze, 0 ... 5 A de pe faza a treia; *comandă* — manuală, automată.

3. Scheme și moduri de asamblare tipizate în fig. 8.16, specificate pentru utilizare în tabel. Exemplu: BACDm-380/0-300-3s-1×60 4-2×120 — schema 1-1÷3, compunere e-7 (schema corespunzătoare acestui caz este dată în fig. 13.2, e).





### 8.3.2. Baterii de condensatoare de medie tensiune

#### Tipuri prefabricate:

BACDi 6 000/300, 600, 900, 1 200, 1 500, 1 800, 2 100, 2 400, 2 700, 3 000 — 1 treaptă, comandă manuală, schemă fig. 8.17, *a*;

BACDi 6 000/0—300/1a, 600/1a, 900/1a, 1 200/1a, 1 500/1a, 1 800/1a, 2 100/1a, 2 400/1a, 2 700/1a, 3 000/1a. — 1 treaptă, comandă automată, schemă fig. 8.17, *a*;

BACDi 6 000/0—900/3a, 1 200/3a, 2 700/3a, 3 600/3a, 4 500/3a, 5 400/3a, 6 300/3a, 7 700/3a, 8 100/3a, 9 000/3a — 3 trepte egale, comandă automată, schemă fig. 8.17, *b*;

BACDiR 6 000/0—900/3a, 1 200/3a, 2 700/3a, 3 600/3a, 4 500/3a, 5 400/3a, 6 300/3a, 7 700/3a, 8 100/3a, 9 000/3a — 3 trepte egale, comandă automată, schemă fig. 8.17, *c*.

Dimensiuni de gabarit (se citesc cu fig. 8.17):

| Speci-<br>fica-<br>ție | CA, CG, CT |       |      | Dulapuri |             |      | Stative, kvar |             |              |              |              |
|------------------------|------------|-------|------|----------|-------------|------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                        | CIL-M      | CIL-I | CII  | DC       | DP<br>DCR I | DCR3 | 300<br>600    | 900<br>1800 | 1500<br>2400 | 2100<br>2400 | 2700<br>3000 |
| <i>L</i> , mm          | 1577       | 1520  | 1660 | 850      | 850         | 1500 | 1320          | 1810        | 2270         | 2270         | 2760         |
| <i>l</i> , mm          | 850        | 675   | 900  | 585      | 600         | 845  | 1308          | 1308        | 1308         | 1308         | 1308         |
| <i>h</i> , mm          | 2270       | 2270  | 2280 | 2100     | 2100        | 2100 | 1250          | 2850        | 2850         | 2850         | 2850         |

Alte date: condensatoarele sînt de tip CS 3,64/6,3-50-2E (v. §. 6.2); producător ICP — Băilești. În asimilare BACDe—de exterior.

Notă. În simbol: la numărător — tensiunea nominală, în V; la numitor — puterea bateriei, în kvar; 1a, 2a, 3a — 1, 2, 3 trepte egale (suma puterii/treaptă dă puterea totală a bateriei dată în simbol).

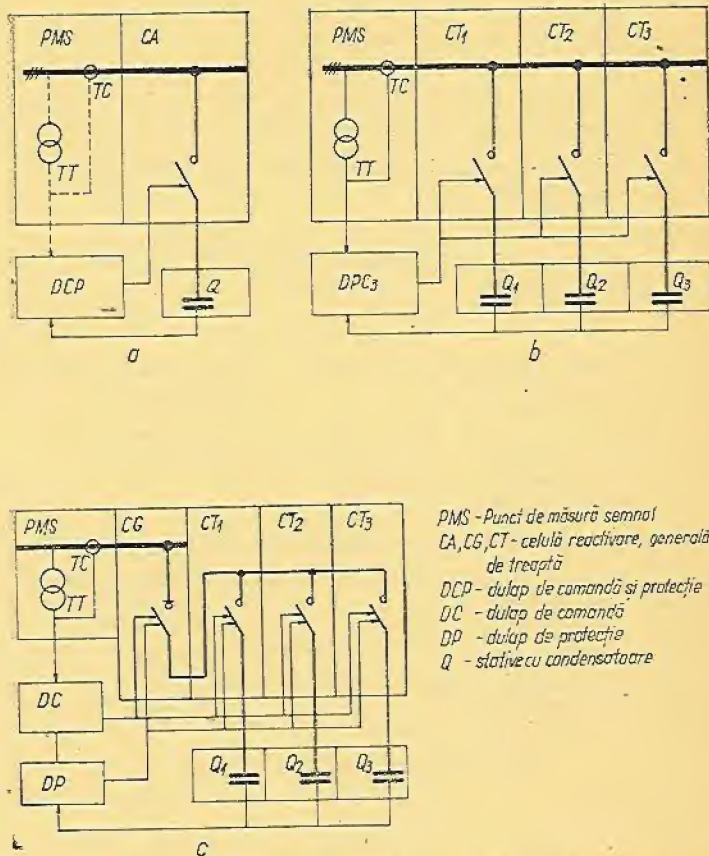


Fig. 8.17. Scheme bloc și componența bateriilor de condensatoare statice de MT tipizate:

a - cu 1 treaptă comandată manual sau automat; b - cu 3 trepte egale, fără celulă generală, comandate automat; c - idem, cu celulă generală.



## 8.4. Bare neizolate capsulate sau protejate

| Elemente componente | Curent nominal, A | Cote de gabarit, mm |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1                   | 2                 | 3                   |

### *Bare magistrale și de distribuție DISBAR—TIAB, 380 V*

|                  |                                  |                  |                            |
|------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|
| Bare magistrale  | Canale magistrale                | 630, 1000, 1600  | 290 × 170 × 750; 1500      |
|                  | Cutie de colț                    | —                | 290 × 290 × 350            |
|                  | Cutie derivație:<br>M—M(L, T, +) | 630, 100, 1600   | 290 × 230 × 350            |
|                  | M—D(L, T, +)                     | idem/400, 200    | 400 × 400 × 200            |
|                  | Cutie dilatație                  | 630, 1000, 160   | —                          |
| Bare distribuție | Piese de capăt                   | —                | —                          |
|                  | Canale distribuție               | 200, 400         | 260 × 105 × 450, 800, 1600 |
|                  | Cutie de colț                    | —                | 200 × 200 × 350            |
|                  | Cutie derivație:<br>1, L, T, +   | 200, 500         | 350 × 350 × 150            |
|                  | Cutie siguranțe                  | 25, 63, 100, 315 | 300 × 200 × 165            |
|                  | Cutie dilatație                  | 200, 400         | —                          |
|                  | Piesă de capăt                   | —                | —                          |

### *Bare magistrale și de distribuție ELECTROMUREȘ, 380 V*

|                  |                     |                  |                       |
|------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Bare magistrale  | Tronson magistral   | 750, 1350, 1500  | 305 × 102; 142 × 4020 |
|                  | Cutie universală    | —                | 477 × 722 × 275       |
|                  | Cutie dilatație     | —                | 122 × 402 × 402       |
| Bare distribuție | Tronson distribuție | 200              | 200 × 280 × 102       |
|                  | Cutie universală    | 200              | 642 × 380 × 300       |
|                  | Cutie siguranțe     | 25, 63, 100, 315 | 200 × 252 × 155; 170  |

### *Bare capsulate IEP-Cv, 6 ÷ 24 kV*

|   |                        |                  |   |
|---|------------------------|------------------|---|
| Tronsoane modul cu ecranare comună pentru cele 3 faze | Liniar                 | 1600, 2500, 4000 | 1200 × 540 × 500 ÷ 2500                     |
|   | Cot orizontal simplu   | 1600, 2500, 4000 | 1700 × 540 × 1700                           |
|   | Cot orizontal dublu    | 1600, 2500       | 2200 × 540 × 2300                           |
|   | Cot vertical simplu    | 1600, 2500, 4000 | 1200 × 1040 × 1040                          |
|   | Cot vertical dublu     | 1600, 2500       | 1200 × 895 × 1540                           |
|   | Cot orizontal-vertical | 1600, 2500       | 1200 × 1040 × 1700                          |
|   | Derivație              | 1600, 2500, 4000 | 1200 × 1700; 1500 × 540; 740; 800; 540; 740 |

|   | 1   | 2  | 3  |
|---|---|--|--|
| Tronsoane modul<br>cu ecranare comu-<br>nă pentru 3 faze    | Derivație laterală<br>Derivație cu cot<br>Derivație verticală<br>Dilatație<br>Măsură<br>Racord transfor-<br>mator           | 1600, 3500<br>1600, 2500<br>1600, 2500<br>4000<br>1600, 2500<br>1600, 2500   | 1040 × 1740 × 1700<br>1200 × 1540 × 1750<br>1200 × 1540 × 1750<br>1200 × 540 × 1500<br>1200 × 540 × 1500<br>1200 × 540 × 740; 1250<br>1200 × 1040 × 1058<br>1200 × 1100 × 1458                       |
| Tronsoane modulate<br>cu ecranare indepen-<br>dentă pe fază | Liniar<br>Cot orizontal<br>Cot vertical<br>Derivație<br>Dilatare<br>Măsură<br>Racord transfor-<br>mator<br>Racord generator | Valori comune:<br>I-10; 15kV-2000<br>II-10 15kV-4500<br>III-15kV-7500<br>IV-24kV-2000<br>V-16kV-10000<br>VI-24kV-10000 | 1 × 150 ÷ 400<br>2770 × ø 588 × 2506/3506<br>2700 × ø 588 × 1100; 1515<br>2990 × ø 588 × 1000; 3000<br>2990 × ø 730 × 460; 2000<br>2990 × ø 800 × 2000<br>3660 × ø 970 × 680 ÷ 1090<br>× 1840 ÷ 2710 |

Notă. 1. Utilizare pentru transportul sau distribuția curentilor de mare intensitate, în instalații interioare din mediul corespunzător gra-  
dului de protecție.

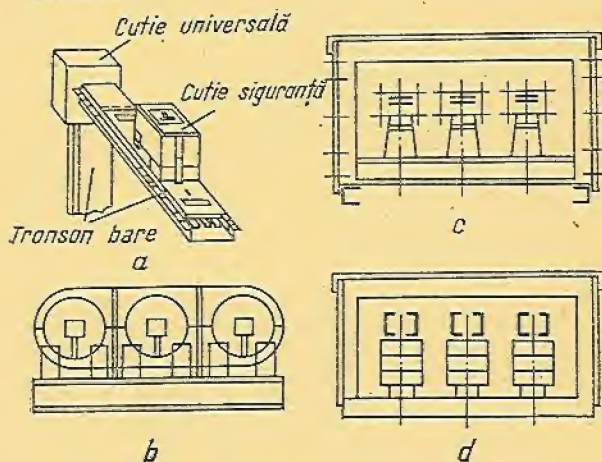


Fig. 8.18. Bare capsulate sau protejate:

*a* — bare de 0,4 kV; *b* — bare de 10...24 kV, 2...10 kA cu ecranare pe fiecare fază; *c* — bare de 6...10 kV cu ecranare comună; *d* — bare de 15...24 kV cu ecranare comună.

2. Canalele TIAB sînt echipate cu 4 bare Al (R, S, T, O). Tronsoanele ELECTROMUREȘ de magistrale cu 4 bare Al, iar pentru distribuție 4 bare OL. Tronsoanele IEP-Cv au bare din Al.

Carcasele barelor de 380 V sînt din tablă OL — gros. 1 mm; cele ale barelor de 10÷24 kV, din tablă Al, la ecranarea pe faze, sau tablă OL îmbinată prin șunt antimagnetic pe toată lungimea, la ecranarea comună; cu ferestre de vizitare pentru izolatoare sau în intervale de 400 mm pentru siguranțe.

3. ICMA — București produce canale de distribuție de JT compuse din: canale magistrale CM: 630, 1000, 1600 A; canale de distribuție CD—200; 400 A; cutii de siguranță CS—25, 63, 100, 315 A; cutii de dilatație KD—200 ... 1600 A; cutii de derivație tip cruce, teu, cot respectiv KDK KDT, K—200 ... 1600 A; carcase terminale CT și piese de capăt PC

## 8.5. Posturi de transformare prefabricate

| Furni-<br>zorul             | Simbolul                                   | Schemă<br>fig.        |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| ICMP — București<br>NI E106 | PTM-5A-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621  | 8.19,<br><i>a.1.a</i> |
|                             | PTM-5A-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622  | <i>a.2.a</i>          |
|                             | PTM-5B-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621  | <i>a.1.b</i>          |
|                             | PTM-5B-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622; | <i>a.2.b.</i>         |
|                             | PTM-5C-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621; | <i>a.1.c</i>          |
|                             | PTM-5C-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622  | <i>a.2.c</i>          |
|                             | PTM-7m-Aa, Ab, Ac-10; 20 kV                | 3                     |
|                             | PTM-7m-Ba, Bb, Bc-10; 20kV                 | 4                     |
|                             | PTM-7m-Da, Db, Dc-10; 20 kV                | 5                     |
|                             | PTM-7m-Fa, Fb, Fc-10; 20 kV                | 6                     |
|                             | PTM-7m-Ka, Kb, Kc-10; 20 kV                | 7                     |
| ICEP —<br>Bălești           | PTE-250 kVA-10/0,4 kV                      | 8.20,<br><i>a.1</i>   |
|                             | PTEb-500 kVA-11/0,4 kV                     | <i>a.2</i>            |
|                             | PTE-630 kVA-20/0,4 kV                      | <i>a.1</i>            |
|                             | PTE-1600 kVA-20/0,4 kV                     | <i>a.3</i>            |

Notă. 1. Simbolizare: P — post; T — de transformare; M — metalic; E — de exterior; 5 — tip șantier; A, B, C (la PTM-5) — racord aerian, la bare colectoare, în cablu; A, B — racord în buclă; D, F, K — racord în buclă; *a* — 10 plecări de JT; *b* — 3÷6 plecări de JT; *c* — 5 plecări de JT; cifre: (la PTM-5): *prima* — tensiunea (1—10 kV, 2—20 kV), *a doua* — puterea (4—400 kVA, 5—630 kVA, 6—1000 kVA), *a treia* — tip întreruptor (IUPM 10; 20—(30 + MRI), *a patra* — protecția (1 — cu relee primare directe, 2 — cu relee secundare directe de c.a., fără măsura energiei electrice pe medie tensiune).

2. Domeniu de utilizare: în exterior, în medii lipsite de praf, gaze, vapori și depuneri conductibile sau active chimic, la altitudini sub 1000 m, umiditate relativă maxim 90% la +20°C. Grad protecție IP33.



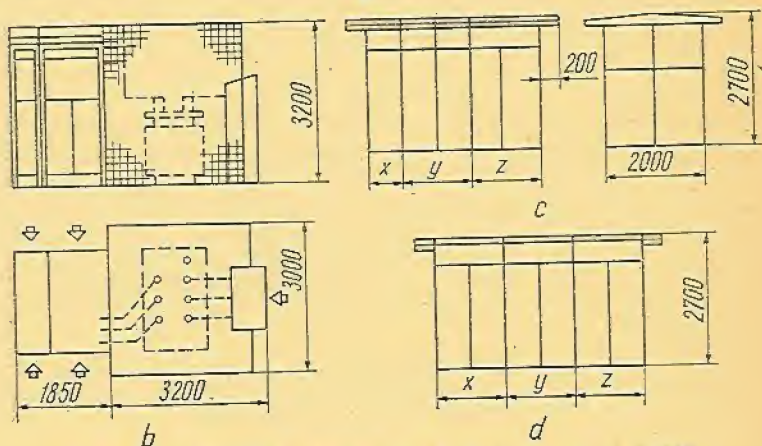
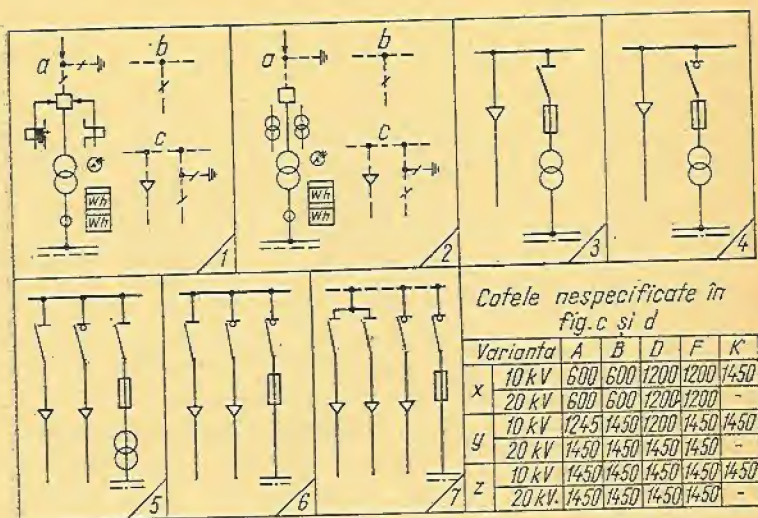


Fig. 8.19. Variante de posturi trafo prefabricate tip ICMP:  
 a — schemele electrice simplificate ale comutației primare; b — PMT-5; c — PMT-7mA, B; d — PMT-7mD, F, K.

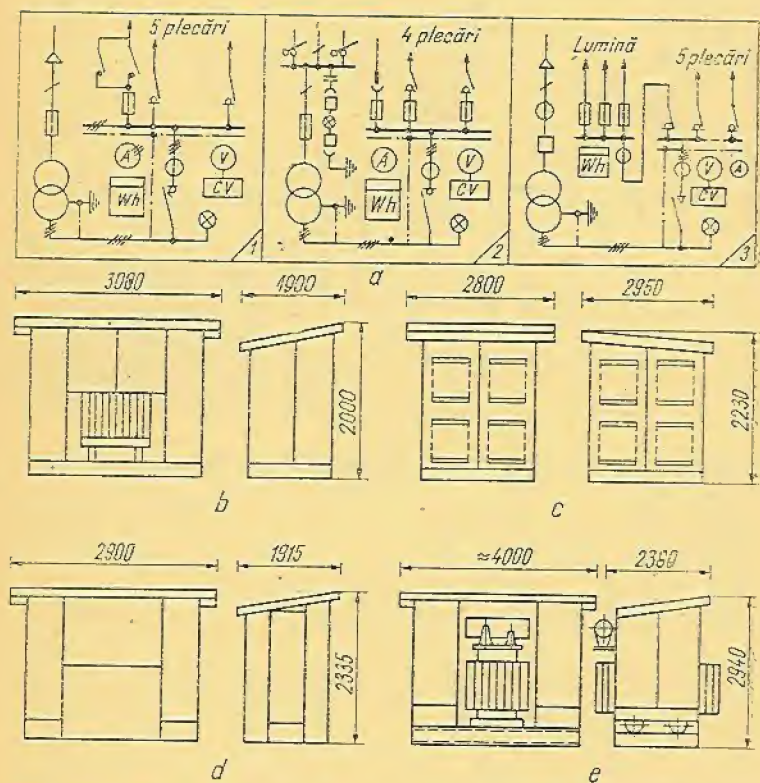


Fig. 8.20. Variante de posturi trafo prefabricate ICEP - Băilești:  
 - schemele electrice ale comutației primare; b - PTE-250 kVA; c - PTE-500 kVA;  
 d - PTE-630 kVA; e - PTE-1600 kVA.

## 8.5. Posturi de transformare prefabricate

| Furnizorul                | Simbolul   | Schemă fig.  |
|---------------------------|--|--|
| ICMPT — București NI E106 | PTM-5A-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621<br>PTM-5A-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622<br>PTM-5B-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621<br>PTM-5B-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622<br>PTM-5C-1421; 1521; 1521; 2421; 2521; 2621<br>PTM-5C-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622<br>PTM-7m-Aa, Ab, Ac-10; 20 kV<br>PTM-7m-Ba, Bb, Cc-10; 20 kV<br>PTM-7m-Da, Bb, Dc-10; 20 kV<br>PTM-7m-Fa, Fb, Fc-10; 20 kV<br>PTM-7m-Ka, Kb, Kc-10λ; 20 kV | 8.19,<br><i>a.1.a</i><br><i>a.2.a</i><br><i>a.1.b</i><br><i>a.2.b</i><br><i>a.1.c</i><br><i>a.2.c</i><br>3<br>4<br>5<br>6<br>7 |
| ICEP — Bălleşti           | PTE-250 kVA-10/0,4 kV<br>PTEb-500 ikVA-11/0,4 kV<br>PTE-630 kVA-20/0,4 kV<br>PTE-1600 kVA-20/0,4 kV  | 8.20,<br><i>a.1</i><br><i>a.2</i><br><i>a.1</i><br><i>a.3</i>  |

Notă: 1. Simbolizare: P — post; T — de transformare; M — metalic; E — de exterior; 5 — tip șantier; A, B, C (la PTM-5) — racord aerian, la bare colectoare, în cablu; A, B — racord în buclă; D, F, K — racord în buclă; *a* — 10 plecări de JT; *b* — 3–6 plecări de JT; *c* — 5 plecări de JT; cifre: (la PTM-5): *prima* — tensiunea (1–10 kV, 2–20 kV), *a doua* — puterea (4–400 kVA, 5–630 kVA, 6–1000 kVA), *a treia* — tip întrerupt (IUPM 10; 20–630 + MRI), *a patra* — protecția (1 — cu relee primare directe, 2 — cu relee secundare directe de c.a., fără măsura energiei electrice pe medie tensiune).

2. Domeniu de utilizare: în exterior, în medii lipsite de praf, gaze, vapori și depuneri conductibile sau active chimic, la altitudini sub 1000 m, umiditate relativă maxim 90% la +20°C. Grad protecție IP33.

3. Distribuția pe 380/200 V nespecificată în simbol său în cheme:

- PTM-5 — 8×2LF25 cu T60VA-220/24V + priză;
- PTE-250 kVA — 5USOL (1×200 A+160A + 3×63A) + 4 1×3LF25 + TCA;
- PTEb-500 kVA — 4×3MPR630×1×3LF25 cu priză;
- PTE-630 kVA — 5USOL-250 + 1×3LF25;
- PTE-1600 ikVA — 5USOL-500 + 11SOL500 + 3×MPR



## 9. ALIMENTAREA CONSUMATORILOR CU ENERGIE ELECTRICĂ

### 9.1. Tensiuni și frecvențe de alimentare

Transportul și distribuția energiei electrice se fac în c.a. sinusoidal trifazat cu frecvența de  $50 \text{ Hz} \pm 0,5\%$  și la una din tensiunile de:  $0,38-0,66-6-10-20-35 \text{ kV} \pm 5\%$  și  $110-220-400 \text{ kV} \pm 7\%$  (prin contract se admit și alte abateri).

Încadrarea în aceste toleranțe impune limitarea influențelor receptoarelor asupra funcționării sistemului electro-energetic. Aceste influențe sînt:

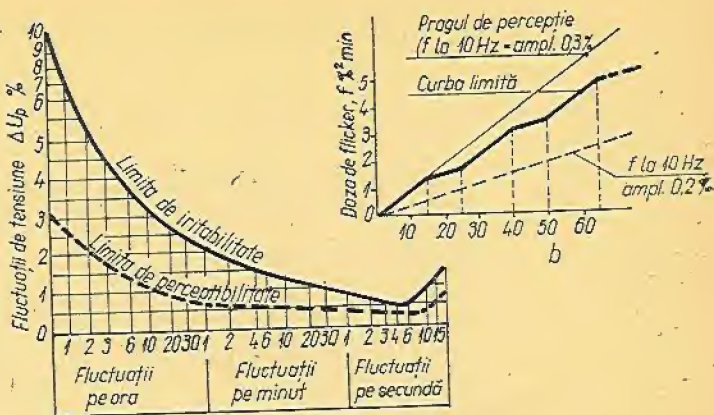
**Fluctuațiile de tensiune**, datorate în special șocurilor de putere reactivă, pot avea ca efect flickerul, manifestat prin pîlpîirea jenantă a lămpilor electrice, deformarea imaginii TV și deranjamente în funcționarea unor instalații electronice. Limite maxime admise:

*a.* Pentru receptoare cu șocuri de putere reactivă ciclice (pompe și compresoare cu piston) sau previzibile (laminoare), fluctuațiile de tensiune  $\Delta U_i$ , — măsurate cu oscilograful (la instalațiile existente) sau calculate (la instalațiile noi) — trebuie să fie sub valorile date de fig. 9.1, *a.* Relația de calcul:

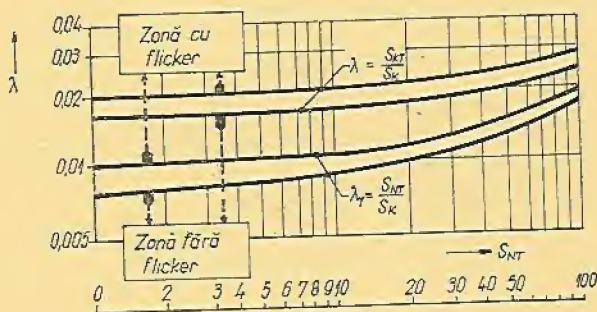
$$\Delta U_{fi} \leq \frac{Q_{fi}}{S_k} 100 [\%], \quad (9.1)$$

unde:  $Q_{fi}$  este șocul de putere reactivă la frecvența  $i$ , calculat pentru bara critică, în kvar;

$S_n$  — puterea minimă de scurtcircuit în punctul comun de racord (bara critică), calculată cu reactanțe tranzitorii, în MVA.



a



c

Fig. 9.1. Limite admisibile ale fluctuațiilor de tensiune și ale efectelor lor: a — fluctuații de tensiune  $\Delta U_p$ ; b — doza de flicker — factorul de acceptabilitate pentru flicker  $\lambda$  la cuptoarele cu arc ( $S_{NT}$ ,  $S_{KT}$  — puterea nominală respectivă).

b. Pentru receptoare cu șocuri de putere reactivă aleatorii (întîmplătoare, neprevăzute), cum ar fi cuptoarele cu arc, doza de flicker  $f$ , măsurată cu flickermetrul (la instalațiile existente) sau factorul de acceptabilitate  $\lambda$  calculat (la instalațiile noi) trebuie să se înscrie în valorile date în fig. 9.1, b și c. Relații de calcul:

$$f = \int_0^T a_{10}^2 dt \quad [\%^2 \cdot \text{min}],$$

$$\lambda = \frac{S_{kc}}{S_k} \text{ sau } \lambda = \frac{S_{kce}}{S_k}; \quad \lambda_T = \frac{S_{Nc}}{S_k} \text{ sau } \lambda = \frac{S_{Nce}}{S_k}. \quad (9.2)$$

unde:  $a_{10}$  este amplitudinea fluctuațiilor la 10 Hz, echivalentă fluctuației reale a tensiunii, în %;

$T$  — durata perturbației, în min;

$S_{kc}, S_{kce}$  — puterea de scurtcircuit a cuptorului (cînd e unul singur) sau a cuptorului echivalent (cînd sînt mai multe), calculate conform PE 142/80, în MVA;

$S_{Nc}, S_{Nce}$  — puterea nominală a transformatorului — idem;

$S_k$  — v. relația (9.1).

Șocurile de putere activă  $P_s$  trebuie ca:

$P_s \leq 0,05 P_G$  cînd  $t_s > 3$  s; sau

$P_s \leq 0,1 P_G$  cînd  $t_s < 3$  s, (9.3)

unde:  $P_G$  este puterea celui mai apropiat generator electric;  
 $t_s$  — durata șocului.

Nesimetria tensiunii  $\delta_{UN}$  trebuie ca:

$$\delta_{UN} = \frac{100}{\sqrt{3} U_n} |\underline{U}_A + a^2 \underline{U}_B + a \underline{U}_C| \leq 2\%, \quad (9.4)$$

unde:  $\underline{U}_A, \underline{U}_B, \underline{U}_C$  sînt furnizorii tensiunii pe faze, în V;  
 $U_n$  este tensiunea nominală a rețelei, în V;  $a = e^{j120}$  — operator.

Coeficientul de distorsiune total:

$$\delta = \frac{U_a}{U} 100 < 5\%,$$

unde:  $U_a = \sqrt{\sum_{i=2}^{13} U_i^2}$  este reziduul deformat,  $U_i$  fiind valoarea eficace a armonicii  $i$ , în V;

$U$  — valoarea eficace a undei de tensiune, în V.



## 9.2. Siguranța alimentării electroenergetice a consumatorilor și receptoarelor și sistemele corespunzătoare de racord și distribuție

**Consumatorii de energie electrică.** Conform regulamentului PE 132/69, în funcție de relațiile cu întreprinderea furnizoare de energie electrică (IEE), se deosebesc:

— marii consumatori, care absorb simultan din rețeaua furnizorului minimum 50 kW — JT sau 50 kVA — MT sau au centrală proprie de minimum 50 kW;

— micii consumatori, care se găsesc sub aceste limite.

Conform normativului PE 124/78, în funcție de sarcina maximă de durată absorbită, se împart în patru clase:

| Clasa          | A   | B          | C         | D    |
|----------------|-----|------------|-----------|------|
| $S_{cM}$ , MVA | >50 | 7,5 ... 50 | 2,5...7,5 | <2,5 |

**Receptoarele de energie electrică** pe care le poate avea un consumator, în funcție de consecințele întreruperii alimentării lor, se împart în patru categorii:

| Categoria — Consecințe   | Exemple informative de categorii de receptoare electrice   |
|--|--|
| 1  | 2  |
| 0 — Explozii, incendii, periclitarea vieții oamenilor  | Calculatoare „on — line“, furnale (clapete egalizare, trolii conuri, jghebură oscilante, suflante), cupatoare de inducție (instalațiile de răcire), traductoare de măsură la furnale și oțelării, cupatoare de epitaxie și difuzie, instalații de tragere monocristale, pompe incendiu cu pompă rezervă.   |
| I — Dereglarea proceselor tehnologice în flux continuu, cu timp lung de restabilire; rebuturi importante de materii prime, materiale auxiliare, scule tehnologice etc., nerealizări irecuperabile. | Procese tehnologice în flux continuu, laminoare, unele fabrici de oxigen, dispozitive auxiliare la furnale și cupatoare Martin, pompe de răcire la cupatoare cu arc și furnale, convertizoare, poduri rulante în oțelării, instalații automate de precizie de prelucrare cu comandă după program, cupatoare de topit sticlă, stații de ventilație în mine cu pericol de explozie sau gaze nocive, stații pompare de evacu- |

| 1  | 2  |
|--|--|
|  | are ape în mine cu viituri de peste 1 m <sup>3</sup> /min, instalații de extracție cu transport de personal în mine mai adânci de 350 m cu pericol de explozie și gaze nocive, incubatoare, crescătorii de păsări și maternități porcine încălzite electric, alte receptoare cu consecințe similare la întreruperea alimentării cu energie electrică.  |
| II — Nerealizări de producție proporționale cu durata întreruperii electroalimentării, în general recuperabile | Instalații încălzire furnale, cuptoare cu arc, instalații de prelucrare în producția de serie, cuptoare tratamente termice, compresoare de aer comprimat, instalații de climatizare tehnologică, instalații de flotare, de prăjire magnetizantă și uscare, de ventilație (rest) și de extracție (rest) în mine, instalații de muls și de prelucrare primară ale laptelui, crescătorii importante de porci și cornute, alimentare apă păsări și animale, sere și răsadnițe. |
| III — Nu influențează direct producția   | Ateliere, depozite și secții auxiliare, cariere, instalații de perforare, stații pompe irigare, descărcări și aducțiuni zonale.  |

**Sistemul extern de electroalimentare a unui consumator** (de la nodul rețelei IFE — care constituie sursă pentru consumator — până la punctul de delimitare) trebuie să asigure consumatorului: obligatoriu, o alimentare de bază de capacitatea puterii maxime totale simultan absorbite; justificat tehnico-economic, o alimentare de rezervă conform tabelului de mai jos (dacă aceasta nu asigură continuitatea funcționării receptoarelor de categoria 0, se prevede de către consumator sursă proprie de intervenție):

| Nivel<br>siguranță | Surse, căi alimentare, puncte de delimitare | Capacitate, | Durata restabilirii alimentării |         |         |         |
|--------------------|---|-------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|                    |   |             | Clasa A                         | Clasa B | Clasa C | Clasa D |
| 1                  | 2   | 3           | 4                               |         |         |         |
| 1                  | Independente de alimentarea de bază         | 100         | Durata acționării automatice    |         |         |         |
|                    |   |             | 3 s                             | 3 s     | 3 s     | 3 s     |

| 1 | 2                                     | 3   | 4   |
|---|---------------------------------------|-----|---|
| 2 | Pot fi dependente de alimentarea bază | 100 | Durata manevrelor manuale:<br>30 min*   30 min*   2 h*   2÷8h*                                |
| 3 | Fără rezervă                          | —   | Funcție de condiții locale.<br>La peste 24 h se poate trece justificat la nivel superior (2). |

Notă. \* La: clasa A — în stații cu personal permanent; clasa B și clasa C — idem, nepermanent; clasa D — la consumatori dispersați.

Sarcina maximă de calcul pentru alimentarea electroenergetică a unui consumator se determină pe etape de dezvoltare și perspectiva pe următorii 5 ... 10 ani, iar determinarea structurii rețelei de alimentare și a numărului și amplasării stațiilor de primire va ține seama de situația existentă în zonă și de perspectiva ei de dezvoltare pe următorii 10...15 ani.

**Sistemul intern de alimentare electroenergetică a consumatorului** (de la punctul de delimitare la receptoare) trebuie să asigure:

- pentru receptoarele de categoria 0, surse de intervenție (acumulatoare, generatoare acționate mecanic etc.) și căi de alimentare independente;

- pentru receptoarele de categoria I, două căi de alimentare independente, până la ultimul punct de distribuție;

- pentru receptoarele de categoria II, una sau două căi de alimentare, funcție de rezultatul analizei tehnico-economice;

- pentru receptoarele de categoria III, o cale de alimentare;

- când receptoarele de diferite categorii nu pot fi grupate, se vor asigura condițiile categoriei superioare, iar când condițiile locale permit și este justificat tehnico-economic, pentru receptoarele de categoriile II și III se pot asigura condițiile categoriei imediat superioare.

Pentru mărirea gradului de siguranță în alimentare și pentru ușurarea exploatarei:

- schemele adoptate vor fi cât mai simple, recomandându-se ca stații de primire racorduri adânci cât mai aproape de centrul de greutate al sarcinii, cu cel mult două transformatoare de 110/MT și cu un număr minim de aparate pe partea de IT (utilizarea întreruptoarelor de 110 kV în acest caz se va justifica tehnico-economic);

- curenții de scurtcircuit vor fi limitați prin: linii radiale, transformatoare cu tensiune de scurtcircuit mărită, bobine de reactanță și limitatoare de curent cu acțiune ultrarapidă;



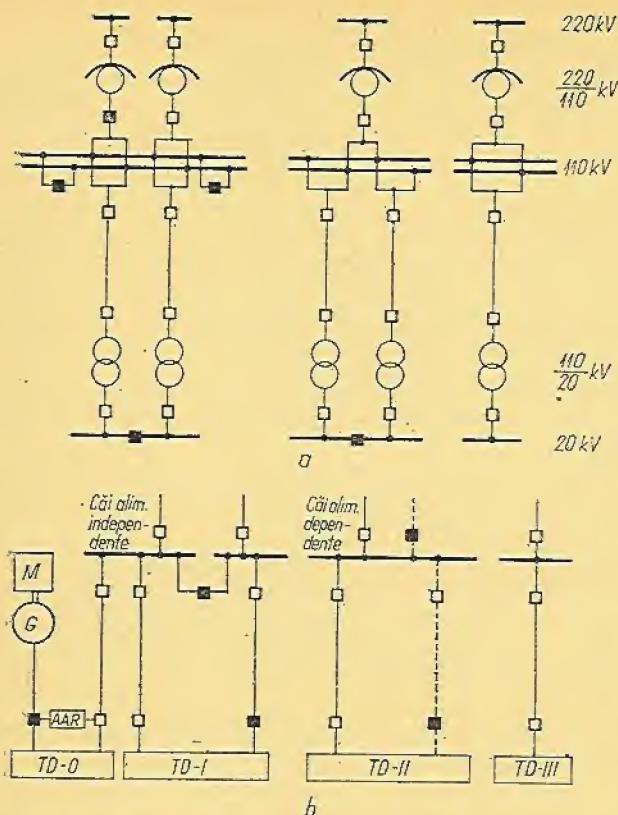


Fig. 9.2. Scheme de alimentare cu energie electrică:  
 a — din sistemul extern (al IFE): prin două căi independente, prin două  
 căi dependente, printr-o singură cale; b — din sistemul intern (al consuma-  
 torului) TD-0, I, II, III — pentru receptoare categoria 0, I, II, III  
 (căile trasate întrerupt se prevăd numai justificat tehnico-economic)

— dacă se justifică tehnico-economic se vor utiliza pe scară largă schemele de automatizare (RAR, AAR, DAS);  
 — receptoarele liniilor sau agregatelor tehnologice paralele pentru același produs este recomandabil să aibă alimentări diferite;

— reglajul instalațiilor de protecție și automatizare se va face de acord cu furnizorul, corelându-se timpii de acționare din sistemul intern cu cei ai sistemului extern.

### 9.3. Condiții impuse în utilizarea receptoarelor care ar putea prejudicia funcționarea rețelei furnizorului de energie electrică

#### 9.3.1. Autorizarea utilizării receptoarelor electrotermice și a motoarelor electrice

Receptoarele electrotermice cu puteri peste 2 kW, conform instrucțiunilor MEE-PE 936/83, trebuie autorizate din punct de vedere al utilizării raționale și cu eficiență sporită a energiei electrice precum și al economisirii și recuperării ei. Funcție de puterea totală a acestor receptoare, autorizarea se emite:

| Pentru $P_n$ , kW | $2 \div 2000$ | $2000 \div 20\,000$ | $> 20\,000$ |
|-------------------|---------------|---------------------|-------------|
| Autorizează       | IEIRIEDEET    | CIRE                | MEE-D TSNR  |

Autorizarea se emite separat pentru: 1) introducerea receptoarelor în proiect (la faza de NC); 2) montarea lor (la faza de NC dacă se dispune de datele necesare sau la faza PE); 3) utilizarea lor după execuția montajului.

Documentația necesară obținerii autorizării este stabilită prin *Metodologia CIRE pentru aplicarea instrucțiunilor PE 936/83* și se întocmește și trimite:

- pentru prevederea și montarea utilajelor, de proiectantul general, către organele competente MEE (v. mai sus);
- pentru utilizarea utilajelor, de beneficiar, către IEIRIEDEET.

Motoarele electrice cu puteri mai mari de 100 kW trebuie autorizate pentru introducerea lor în proiecte și pentru utilizare, în conformitate cu RFUET-E 44/69, dacă: 1) sînt de JT (sincrone sau asincrone) de puteri mai mari de 200 kW; 2) sînt asincrone (de JT sau MT) de puteri mai mari de 100 kW; 3) au puteri mai mari de 1000 kW (în toate cazurile).

Autorizarea se face pe baza unei justificări tehnico-economice prezentată organului competent MEE de către proiectant sau beneficiar, o dată cu cererea pentru obținerea acordului de spor de putere necesar punerii în funcțiune a noilor utilaje.

### 9.3.2. Limitarea regimului deformant

**Regimul deformant** — caracterizat prin deformarea undelor de tensiune și curent perfect sinusoidale, ca urmare a apariției armonicelor superioare — este produs de receptoare deformante (cupatoare cu arc, redresoare de putere aferente diferitelor instalații, instalații de acționare cu tiristoare etc.) și propagat și amplificat de rețelele electrice de transport și distribuție.

Valorile limită admise pentru parametrii regimului deformant (coeficientul de distorsiune  $\delta_u$  — relația (9.5) și armonicile de ordin superior  $\gamma_u$ ) sînt următoarele:

| $U_n$ , kV  | $\delta_u$ , % | $\gamma_u$ , în %, de rangul: |      |      |      |      |      |
|-------------|----------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
|             |                | 3                             | 5    | 7    | 9    | 11   | 13   |
| $< 1$       | 2              | 0,85                          | 0,65 | 0,60 | 0,40 | 0,40 | 0,30 |
| $1 \div 35$ | 4              | 1,00                          | 2,50 | 2,50 | 1,00 | 1,50 | 1,50 |
| $\geq 110$  | 3              | 0,80                          | 2,00 | 2,00 | 0,80 | 1,00 | 1,00 |

Conform normativului MEE-PE 143/80, prevenirea și limitarea regimului deformant sînt obligatorii și specificate.

#### Măsurile de prevenire:

— Cu caracter general: alegerea receptoarelor deformante cu armonici de valoare mică și amplasarea lor în zone de rețea cu puteri de scurtcircuit mari;

— Pentru cupatoare cu arc: creșterea impedanțelor lor de scurtcircuit (de exemplu, prin înscirirea unei reactanțe) și scăderea impedanței de scurtcircuit a rețelei de alimentare (de exemplu, prin racordarea receptorului la o linie specializată, anume destinată);

— Pentru redresoare: creșterea numărului de pulsații și alimentarea lor prin transformatoare cu tensiunea defazată cu 30% (cu conexiuni  $\Delta Y$  sau  $\Delta \Delta$ );

— Verificarea posibilității apariției regimului deformant (valoarea parametrilor  $\delta_u$  și  $\gamma_u$ ) și a fenomenului de rezonanță



(cînd se instalează baterii de condensatoare pentru compensarea puterii reactive), la început prin calcul, iar după montare, prin măsurători; dacă sînt depășite limitele admise se iau măsurile care urmează.

### Măsuri de limitare:

— În cazul depășirii limitelor permise, constatate prin măsurători, atît la instalațiile noi cît și la cele existente, se montează instalații de filtre de elemente acordate pe una sau mai multe din armonicile cu valori mari și se fac măsurători;

— Dacă  $\delta_a$  astfel obținut depășește limitele admise, se prevede de regulă un filtru suplimentar de refulare pentru reducerea armonicilor de rang superior celor reduse prin filtrul de absorbție;

— Se verifică dacă instalația de filtrare astfel obținută satisface și compensarea puterii reactive; dacă nu, se instalează suplimentar o baterie de condensatoare de putere corespunzătoare sau, dacă aceasta a fost montată anterior — fără instalația de filtrare — și există posibilitatea apariției fenomenului de rezonanță, se va încadra în filtrul de refulare.

### 9.3.3. Combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție

Depășirea limitelor admise ale fluctuațiilor de tensiune cu efecte de flicker supărătoare (v. fig. 9.1) impune măsuri tehnico-organizatorice de remediere.

În instalațiile existente se încearcă întîi o exploatare convenabilă suportării flickerului. La cuptoare: tensiune redusă la demaraj (3 ... 6 min după fiecare încărcare) și în perioada de topire (crește reactanța echivalentă, micșorînd corespunzător puterea de scurtcircuit), regim UHP (cu arcuri scurte și mai stabile), funcționarea eșalonată după grafic, racordarea acestor receptoare la părți ale rețelei mai puțin afectate.

Cînd aceste măsuri nu sînt eficiente sau pentru instalații noi, se prevăd după caz:

— Pentru cuptoare pentru de 1 ... 10 MVA, bobină de reactanță în circuitul de alimentare;

— Pentru receptoarele de peste 10 MVA: legături suplimentare la sistem în punctul comun de racord (se mărește puterea de scurtcircuit); alimentarea lor de la o treaptă de tensiune mai înaltă, eventual prin rețea separată; surse statice cu reglaj ultrarapid pentru compensarea șocurilor (baterii de condensatoare comandate prin tiristoare sau reactoare nesaturate) sau surse rotative de compensarea acestor șocuri (motoare sincrone supraexcitate sau compensatoare sincrone cu reglaj lent sau rapid etc.), ambele soluții corelate cu necesitățile de îmbunătățire a factorului de putere și de limitare a regimului deformant.

## 9.4. Sarcini și consumuri electroenergetice

### 9.4.1. Metode de calcul simplificate

Metoda consumurilor specifice, aplicabilă în calcule aproximative pe consumatori, când se cunoaște programul de producție (în studii de soluție, note de comandă). Relații de calcul:

$$\begin{aligned} W_a &= W_s A; & P_s &= W_a / T_u; \\ I_c &= P_c / \sqrt{3} U \cos \varphi_i; & Q_c &= P_c \operatorname{tg} \varphi_i. \end{aligned} \quad (9.6)$$

Metoda coeficienților de cerere pe ramuri industriale, aplicabilă ca și precedenta, dar când se cunoaște puterea totală instalată la consumator. Relații de calcul:

$$\begin{aligned} P_c &= k_c P_i; & Q_c &= P_c \operatorname{tg} \varphi_i; \\ I_c &= P_c / \sqrt{3} U \cos \varphi_i; & W_a &= P_c T_u. \end{aligned} \quad (9.7)$$

Metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, aplicabilă în calcule mai exacte, pe consumatori sau instalații de conexiuni, transformare și distribuție, când se cunosc

organizarea și dotarea acestora (în proiectele și detaliile de execuție). Relații de calcul:

$$\begin{aligned} P_c &= \beta(k_{cj}P_{tj} + P_T); & W_a &= \beta(k_{wj}P_{tj} + P_T)T_u; \\ I_o &= P_c/\sqrt{3}U \cos \varphi_i; & Q_c &= P_c \operatorname{tg} \varphi_i; \end{aligned} \quad (9.8)$$

**Metoda curenților pe categorii de receptoare**, aplicabilă în calculul sarcinilor pe tablouri de distribuție la tensiunea de 380/220 V. Relația de calcul:

$$I_c = \Sigma I_{cj}. \quad (9.9)$$

În relațiile (9.5—9.8):

- $W_a$  este consumul anual de energie electrică activă, în MWh;
- $W_s$  — consumul specific de energie electrică activă, în kWh/unitatea de producție (v. § 9.4.2);
- $A$  — producția anuală, în unități fizice sau convenționale;
- $P_c$  — puterea activă cerută maximă, în kW;
- $Q_o$  — puterea reactivă cerută maximă după compensare, în kvar;
- $\cos \varphi_i$  — factorul de putere îmbunătățit, căruia îi corespunde  $\operatorname{tg} \varphi_i$ , conform § 1.2.4;
- $I_o, I_{cj}$  — curentul de calcul total, respectiv pe categorii de receptoare (v. § 9.4.4);
- $U$  — tensiunea nominală de alimentare, în kV;
- $k_o$  — coeficientul de cerere de putere absorbită maximă,

$$k_c = k_f k_{c \text{ med}}, \quad (9.10)$$

unde  $k_f$  este coeficientul de formă al curbei de sarcină (egal cu  $1 \div 1,15$  pe întreprindere și cu  $1,1 \div 1,2$  pe secții), iar  $k_{c \text{ med}}$  este coeficientul mediu de cerere pe ramuri industriale, conform § 9.4.2;

- $k_{cj}$  — coeficientul de cerere de putere maximă absorbită pe categorii de receptoare (v. § 9.4.3);



$P_i, P_{ij}$  — puterea instalată totală, respectiv pe categorii de receptoare; relații de calcul:

- lămpi electrice, motoare cu regim permanent, cuptoare cu rezistențe racordate direct la rețea:

$$P_i = P_n; \quad (9.11)$$

- receptoare cu regim intermitent (motoare, mașini de sudat cu transformator):

$$P_i = P_n \sqrt{DA/100}, \text{ respectiv } P_i = S_n \sqrt{DA/100} \times \cos \varphi_n; \quad (9.12)$$

- cuptoare racordate prin trafo de putere  $S_n$  și convertizoare de frecvență:

$$P_i = S_n \cos \varphi_n, \text{ respectiv } P_i = \sqrt{3} UI \cos \varphi_n; \quad (9.13)$$

- redresoare și convertizoare pentru curent continuu:

$$P_i = U_{c.c.} I_{c.c.} = P_n; \quad (9.14)$$

$T_u$  — timpul anual de utilizare a puterii maxime (v. §§ 9.4.2 și 9.4.3), în h/an;

$\beta$  — coeficient de simultaneitate generală (v. § 9.4.3);

$k_{wf}$  — coeficient de consum pe categorii de receptoare (§ 9.4.3);

$P_T$  — pierderi de putere activă în transformatoare cu două înfășurări, în kW, date de relația

$$P_T = \Sigma(p_0 + \beta^2 p_{sc} + p_s) \approx 0,02 S_T, \quad (9.15)$$

unde  $\beta = k_f I_{med} / I_n$ ;

$p_0, p_{sc}$  — puterea de mers în gol, respectiv în scurt-circuit ale fiecărui transformator, în kW (v. § 6.1.3);

$p_s$  — pierderile suplimentare la transformatoarele cu răcire forțată date de catalog;

$I_n$  — curentul nominal al transformatorului, în kA;

$k_f, I_{med}$  — v. relația (9.25);

- $S_T$  — puterea nominală totală a transformatoarelor, în kVA;  
 $P_n, S_n$  — puterea nominală totală a receptoarelor, în kW sau kVA;  
 $DA$  — durata de acționare, în %.  
 $\cos \varphi_n$  — factorul de putere nominal al receptoarelor.

#### 9.4.2. Date de consum pe ramuri industriale

| Categorii industriale  | $W_*$ |               | $T_u$<br>h/an | $k_{c\ med}$ |
|--|-------|---------------|---------------|--------------|
|  | UM    | Valoarea      |               |              |
| 1  | 2     | 3             | 4             | 5            |
| Industria minieră:   |       |               |               |              |
| — preparare, brichetare<br>cărbune   | kWh/t | 15 ÷ 40       | 4700          | 0,45         |
| — produse cocso-chimice  | kWh/t | 30 ÷ 40       | 4700          | 0,39         |
| — minereuri neferoase și<br>rare: — extracție  | kWh/t | 40 ÷ 60       | 4700          | 0,51         |
| — prelucrare   | kWh/t | 20 ÷ 30       | 4700          | 0,51         |
| — minereuri feroase:   |       |               |               |              |
| — extracție  | kWh/t | 10 ÷ 15       | 4700          | 0,43         |
| — prelucrare   | kWh/t | 3 ÷ 8         | 4700          | 0,43         |
| — extracție cărbune:   |       |               |               |              |
| — brun   | kWh/t | 25 ÷ 30       | 4700          | 0,37         |
| — lignit   | kWh/t | 7 ÷ 15        | 4700          | 0,37         |
| — huilă  | kWh/t | 30 ÷ 40       | 4700          | 0,37         |
| — extracție și preparare<br>materii prime chimico-<br>miniere (sulf, fluorină,<br>săruri potasice, dolo-<br>mită etc.) | kWh/t | —             | 4700          | 0,45         |
| — extracție minereuri ne-<br>metalice (azbest, mică,<br>grafit, argile-caolin<br>etc.)                                 | kWh/t | —             | 4700          | 0,45         |
| Metalurgie neferoasă:  |       |               |               |              |
| — aluminiu (oxid aluminiu)   | kWh/t | 300 ÷ 600     | 4700          | 0,33         |
| — aluminiu electrotehnic   | kWh/t | 18000 ÷ 22000 | 4700          | 0,33         |
| — cupru brut   | kWh/t | 1000          | 4700          | 0,33         |
| — cupru electrotehnic  | kWh/t | 2500 ÷ 4000   | 4700          | 0,33         |
| — rafinarea cuprului   | kWh/t | 450           | 4700          | 0,33         |
| — trefilare sîrmă cupru  | kWh/t | 35 ÷ 40       | 4700          | 0,33         |
| — zinc în calup (bloc)   | kWh/t | 4000          | 4700          | 0,33         |
| — nichel electrotehnic   | kWh/t | 4000          | 4700          | 0,33         |
| — plumb  | kWh/t | 300 ÷ 500     | 4700          | 0,33         |

| 1   | 2                  | 3             | 4    | 5     |
|---|--------------------|---------------|------|-------|
| <b>Metalurgie feroasă:</b>                                    |                    |               |      |       |
| — fontă furnal  | kWh/t              | 40 ÷ 60       | 4700 | 0,33  |
| — oțel Siemens-Martin   | kWh/t              | 10 ÷ 17       | 4700 | 0,33  |
| — oțel electric   | kWh/t              | 800 ÷ 900     | 4700 | 0,33  |
| — țevi laminate   | kWh/t              | 200 ÷ 400     | 4700 | 0,33  |
| — profile laminate  | kWh/t              | 70 ÷ 90       | 4700 | 0,33  |
| — tole laminate   | kWh/t              | 90 ÷ 100      | 4700 | 0,33  |
| — sîrmă de oțel   | kWh/t              | 100 ÷ 150     | 4700 | 0,33  |
| — ferosiliciu 45%   | kWh/t              | 4000 ÷ 5000   | 4700 | 0,33  |
| — ferosiliciu 75%   | kWh/t              | 8000 ÷ 9000   | 4700 | 0,33  |
| — feromangan  | kWh/t              | 2500 ÷ 4000   | 4700 | 0,33  |
| — ferocrom  | kWh/t              | 2000 ÷ 5000   | 4700 | 0,33  |
| — silicocrom  | kWh/t              | 70 ÷ 90       | 4700 | 0,33  |
| <b>Industria chimică:</b>                                     |                    |               |      |       |
| — acid sulfuric   | kWh/t              | 70 ÷ 120      | 4800 | 0,53  |
| — amoniac   | kWh/t              | 1800 ÷ 2000   | 4800 | 0,53  |
| — oxid de calciu  | kWh/t              | 2700 ÷ 3500   | 4800 | 0,53  |
| — acid azotic   | kWh/t              | 100 ÷ 500     | 4800 | 0,53  |
| — fenol   | kWh/t              | 400 ÷ 600     | 4800 | 0,53  |
| — oxigen  | kWh/m <sup>3</sup> | 2 ÷ 2,5       | 4800 | 0,53  |
| — carbid  | kWh/t              | 2800 ÷ 3000   | 4800 | 0,53  |
| — sodă calcinată  | kWh/t              | 80 ÷ 100      | 4800 | 0,53  |
| — sodă caustică   | kWh/t              | 3800 ÷ 4200   | 8000 | 0,53  |
| — acid clorhidric   | kWh/t              | 1000 ÷ 4000   | 4800 | 0,53  |
| — îngrășămintă  | kWh/t              | 2000 ÷ 3500   | 4800 | 0,53  |
| — îngrășămintă fosfatice                                      | kWh/t              | 10 ÷ 100      | 4800 | 0,53  |
| — produse din cauciuc   | kWh/t              | 250 ÷ 400     | 4800 | 0,42  |
| — anvelope bucăți   | kWh/100            | 2500 ÷ 3000   | 4800 | 0,42  |
| — mase plastice   | kWh/t              | 100 ÷ 250     | 4800 | 0,42  |
| — produse din substanțe aglomerate, abrazive, grafit, cărbune | kWh/t              | 5000 ÷ 7000   | 4800 | 0,43  |
| <b>Construcții de mașini:</b>                                 |                    |               |      |       |
| — locomotive  | kWh/b              | 15000 ÷ 60000 | 3600 | 0,35  |
| — mașini agricole   | kWh/t              | 100 ÷ 200     | 3600 | 0,35  |
| — tractoare   | kWh/b              | 5000 ÷ 8000   | 3600 | 0,32  |
| — vagoane   | kWh/b              | 4500 ÷ 15000  | 3600 | 0,32  |
| — autocamioane  | kWh/b              | 1500 ÷ 2500   | 3600 | 0,29  |
| — piese turnate din fontă                                     | kWh/t              | 300           | 3600 | 0,29  |
| — mașini unelte   | kWh/t              | 200 ÷ 300     | 3600 | 0,29  |
| — mașini electrice  | kWh/kW             | 14            | 3600 | 0,26% |
| — condensatoare statice                                       | kWh/kvar           | 3             | 3600 | 0,26  |
| — transformatoare   | kWh/kVA            | 2,5           | 3600 | 0,26  |



| 1  | 2                          | 3         | 4    | 5    |
|--|----------------------------|-----------|------|------|
| — aparate electrice                          | kWh/b                      | 5 ÷ 7     | 3600 | 0,26 |
| — construcții metalice                       | kWh/t                      | 200 ÷ 300 | 3600 | 0,26 |
| — reparații mașini,<br>utilaje               | kWh/t                      | —         | 1400 | 0,28 |
| Industria petroliferă:                       |                            |           |      |      |
| — extracție țiței, gaze,<br>petrol           | kWh/t                      | 20 ÷ 30   | 4000 | 0,34 |
| — prelucrare țiței                           | kWh/t                      | 5 ÷ 60    | 4800 | 0,39 |
| — extracție, transport<br>gaz metan          | kWh/10 m <sup>3</sup>      | 40 ÷ 55   | 4800 | 0,19 |
| Industria materialelor de<br>de construcții: |                            |           |      |      |
| — extracție materiale                        | kWh/t                      | —         | 1600 | 0,39 |
| — ciment                                     | kWh/t                      | 90 ÷ 110  | 4800 | 0,59 |
| — ceramică brută:                            |                            |           |      |      |
| — cărămidă, țiglă                            | kWh/1000<br>buc            | 25 ÷ 30   | 4800 | 0,39 |
| — cărămidă refractară                        | kWh/t                      | 30 ÷ 50   | 4800 | 0,39 |
| — prefabricate beton                         | kWh/m <sup>3</sup>         | 25 ÷ 35   | 3600 | 0,24 |
| — geamuri trase                              | kWh/1000<br>m <sup>2</sup> | 200 ÷ 250 | 4800 | 0,36 |
| — alte materiale                             | —                          | —         | 1600 | 0,32 |
| — lucrări construcții                        |                            |           |      |      |
| — beton                                      | kWh/m <sup>3</sup>         | 10 ÷ 20   | 2800 | 0,30 |
| — evacuare pământ nisipos                    | kWh/m <sup>3</sup>         | 3,5       | 2800 | 0,30 |
| — idem, nisip argilos                        | kWh/m <sup>3</sup>         | 4 ÷ 9     | 2800 | 0,30 |
| — evacuare pământ argilos                    | kWh/m <sup>3</sup>         | 10 ÷ 20   | 2800 | 0,30 |
| — construcții de lemn                        | kWh/m <sup>3</sup>         | 15 ÷ 20   | 2800 | 0,30 |
| — construcții de metal                       | kWh/t                      | 140       | 2800 | 0,30 |
| Industria ușoară:                            |                            |           |      |      |
| — filatură                                   | kWh/t                      | 40 ÷ 50   | 2800 | 0,50 |
| — țesături bumbac                            | kWh/1000m <sup>2</sup>     | 200 ÷ 350 | 2800 | 0,50 |
| — țesătură lână                              | kWh/1000m <sup>2</sup>     | 600 ÷ 650 | 2800 | 0,50 |
| — tricotaje                                  | kWh/1000<br>buc            | 180 ÷ 190 | 2800 | 0,50 |
| — viscoză                                    | kWh/kg                     | 5 ÷ 7     | 2800 | 0,50 |
| — confecții                                  | kWh/buc                    | 10 ÷ 12   | 2800 | 0,45 |
| — încălțăminte, pielărie                     | kWh/10<br>pereche          | 4         | 2800 | 0,34 |
| — produse sticlă, ceramică<br>cristalizată   | kWh/t                      | 170 ÷ 180 | 2800 | 0,36 |
| — porțelan, faianță                          | kWh/t                      | 300 ÷ 600 | 2800 | 0,31 |
| — săpun, cosmetice                           | —                          | —         | 2800 | 0,26 |

| 1   | 2                  | 3         | 4    | 5    |
|---|--------------------|-----------|------|------|
| Industria alimentară:                         |                    |           |      |      |
| — industria cărnii, peștelui                  | —                  | —         | 3600 | 0,37 |
| — industria laptelui                          | kWh/t              | 6 ÷ 7     | 3600 | 0,38 |
| — uleiuri, grăsimi                            | kWh/t              | 130 ÷ 160 | 3600 | 0,43 |
| — morărit, produse făinoase                   | —                  | —         | 3600 | 0,53 |
| — zahăr, produse zaharoase                    | kWh/t              | 120 ÷ 150 | 3600 | 0,44 |
| — industria conservelor                       | —                  | —         | 3600 | 0,37 |
| — spirt, drojdie, amidon, glucoză             | kWh/hl             | 9 ÷ 11    | 3600 | 0,43 |
| — băuturi alcoolice, bere                     | kWh/hl             | 5 ÷ 8     | 3600 | 0,35 |
| — industria sării                             | —                  | —         | 3600 | 0,34 |
| — industria tutunului                         | —                  | —         | 3600 | 0,40 |
| — industria frigului                          | —                  | —         | 3600 | 0,50 |
| — alte ramuri alimentare                      | —                  | —         | 3600 | 0,35 |
| Agricultură:                                  |                    |           |      |      |
| — stații mașini tractoare                     | —                  | —         | 1400 | 0,45 |
| — irigații                                    | —                  | —         | 1400 | 0,49 |
| — ferme, cooperative agricole                 | —                  | —         | 1400 | 0,38 |
| Industria forestieră, lemn, celuloză, hirtie: |                    |           |      |      |
| — exploatare forestiere                       | —                  | —         | 1600 | 0,41 |
| — cherestea                                   | kWh/m <sup>3</sup> | 10 ÷ 15   | 2800 | 0,42 |
| — prelucrare lemn                             | kWh/m <sup>2</sup> | 85        | 2800 | 0,35 |
| — celuloză și hirtie:                         |                    |           |      |      |
| — topire celuloză                             | kWh/t              | 60 ÷ 250  | 3600 | 0,43 |
| — pastă lemn                                  | kWh/t              | 1000      | 3600 | 0,43 |
| — hirtie diferită                             | kWh/t              | 400 ÷ 800 | 3600 | 0,43 |
| — carton cenușiu                              | kWh/t              | 100       | 3600 | 0,43 |
| — carton de calitate                          | kWh/t              | 1400      | 3600 | 0,43 |
| Industria poligrafică                         | —                  | —         | 3000 | 0,20 |
| Aer comprimat                                 | kWh/m <sup>3</sup> | 2         | 4000 | 0,15 |

Notă. 1. Tabelul permite aplicarea primelor două metode de calcul din § 9.4.1.

2. Datele din tabel au caracter orientativ, fiind susceptibile de corecții funcție de gradul de integrare a producției, de procedee și utilaje folosite, de situații locale specifice etc.

Exemplul de calcul 9.1. Se cer datele globale electroenergetice pentru o întreprindere de construcții metalice: a) cu o producție de 50 000 t/an;

b) cu o putere instalată de 12800 kW. Racordul la sistemul exterior este pe 20 kV, iar  $\cos \varphi_i = 0,95$ .

a. Prin metoda puterii specifice:

Din tabelul 9.4.2.  $\rightarrow W_g = 2500$  h/an;  $T_{\Sigma} = 3600$  h/an;  $\operatorname{tg} \varphi_i = 0,33$ ;

$W_a = 250 \cdot 50\,000 = 12\,500\,000$  kWh/an = 12 500 MWh/an;

$P_c = 12\,500\,000/3600 = 3470$  kW;  $Q_c = 3470 \cdot 0,33 = 1145$  kvar;

$I_o = 3470/1,73 \cdot 20 \cdot 0,95 = 105$  A.

b. Prin metoda coeficientului de cerere pe ramuri industriale:

Din același tabel —  $k_{med} = 0,26$ ;  $T_{\Sigma} = 3600$  h/an;

$P_c = 1,05 \cdot 0,26 \cdot 12\,800 = 3490$  kW;  $Q_c = 3490 \cdot 0,33 = 1150$  kvar;

$I_c = 3490/1,73 \cdot 20 \cdot 0,95 = 106$  A;  $W_a = 12\,560$  MWh/an.

Rezultatele obținute prin cele două metode sînt comparabile.

### 9.4.3. Date de consum pe categorii de receptoare

| 1   | Categorii de receptoare   | 3    | 4    | 5      |
|---|---|------|------|--------|
|   |   |      |      |        |
| Coeficienți de cerere și factorul de putere corespunzător | Motoare electrice de acționare cu regim: — continuu (ventilatoare, aeroterme, pompe, compresoare, benzi rulante, transportoare cu bandă, instalații de prepararea pămîntului etc. sincrone/asincrone)     | 0,70 | 0,50 | 1/0,82 |
|   | — foarte greu, acționate individual (tambure de curățat, mori cu bile, concasoare, mașini forjat și trefilat, prese cu arbore cotit, ciocane cu transmisie, colerganguri foarfece de tăiere la rece etc.) | 0,35 | 0,18 | 0,67   |
|   | — greu, acționate individual (prese de ștanțat, prese cu excentric, strunguri automate sau de cojit, strunguri revolver, freze de roți dințate etc.)  | 0,25 | 0,16 | 0,60   |
|   | — normal, acționate individual (strunguri normale, mașini de găurit, freze, morfeze, polizoare, unelte portabile)   | 0,18 | 0,13 | 0,54   |
|   | — intermitent (macarale, funiculare, căi cu role, mese ridicat, mașini portabile etc.) cu:  |      |      |        |
|   | • durată mică de acționare ( $DA = 25\%$ )  | 0,10 | 0,05 | 0,45   |
|   | • durată acționare medie ( $DA = 40\%$ )  | 0,15 | 0,08 | 0,50   |



| 1   | 2  | 3    | 4    | 5    |
|---|--|------|------|------|
| Coeficienți de cerere și factorul de putere corespunzător | Agregate de sudură:                      |      |      |      |
|   | — grup motor-generator ( $D.A = 60\%$ ): |      |      |      |
|   | • cu un singur post de lucru             | 0,30 | 0,12 | 0,56 |
|   | • cu mai multe posturi de lucru          | 0,50 | 0,35 | 0,67 |
|   | — transformatoare de sudare cu arc       | 0,35 | 0,09 | 0,35 |
|   | — automate de sudare cu arc              | 0,40 | 0,35 | 0,67 |
|   | — mașini de sudare cap la cap            | 0,44 | 0,15 | 0,68 |
|   | — mașini de sudură continuă              | 0,65 | 0,20 | 0,71 |
|   | Cuptoare electrice:                      |      |      |      |
|   | — cu rezistență (încărcare periodică)    | 0,60 | 0,35 | 1,00 |
|   | — cu arc, pentru topit oțel              | 0,70 | 0,45 | 0,80 |
|   | — cu arc, pentru metale neferoase        | 0,78 | 0,45 | 0,80 |
|   | — de inducție pe JF cu compensare        | 0,72 | 0,45 | 0,95 |
|   | — cu băi de sare                         | 0,65 | 0,50 | 0,80 |
|   | Redresoare pentru acoperiri metalice     | 0,50 | 0,30 | 0,70 |
|   | Instalații de iluminat electric:         |      |      |      |
|   | — hale industriale și în exterior        | 1,00 | 0,75 | 0,85 |
|   | — clădiri publice, teh.-administrative   | 0,80 | 0,60 | 0,85 |
|   | — locuințe și similare                   | 0,65 | 0,45 | 0,95 |

| $T_u, h/an$ | Categorii instalații   | Instalații forță |      |      |       | Instalații iluminat |      |      |      |
|-------------|------------------------|------------------|------|------|-------|---------------------|------|------|------|
|             | Nr. schimburi pe zi    | 1                | 2    | 3    | Cont. | 1                   | 2    | 3    | Ext. |
|             | Timp funcționare, h/an | 2325             | 4630 | 6640 | 8500  | 725                 | 2400 | 4650 | 3500 |

|  |           |      |      |      |
|--|-----------|------|------|------|
| Coeficienți de simultaneitate generală pentru corecția puterii și energiei active totale $\beta$ și puterii reactive $\gamma = 0,33\beta + 0,67$ | $P_c, MW$ | 5    | 5÷10 | 10   |
|  | $\beta$   | 0,90 | 0,85 | 0,8  |
|  | $\gamma$  | 0,97 | 0,95 | 0,93 |

Notă. 1. Tabelul permite aplicarea ultimelor două metode de calcul de la § 9.4.1.

2. Pentru calculul încărcării tablourilor de distribuție sau pentru consumatorii cu  $P_i = 500$  kW se corectează:

a. Factorul de cerere  $k$  cu relația:

$$k'_c = 0,85 \left( k_c + \frac{1 - k_c}{k_a} \right), \quad (9.16)$$

unde  $k_a$  depinde de numărul de receptoare convenționale  $n_{ro} = 2n_{p/2}$  ( $n_{p/2}$  fiind numărul receptoarelor cu puterea cea mai mare, a căror putere instalată însumată este egală cu jumătate din cea a categoriei respective de receptoare; valori:

| $n_{ro}$ | 3 | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40  | 50 |
|----------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| $k_a$    | 1 | 1,6 | 2,8 | 4,1 | 5,4 | 6,6 | 7,9 | 9,0 | 9,6 | 10 |

b. Factorul de putere  $\cos \varphi$ , numai pentru:  $M_p$  — motoare regim normal, greu și foarte greu;  $T_s$  — transformatoare de sudare;  $M_i$  — motoare asincrone cu regim intermitent și restul agregatelor de sudură) funcție de factorul de cerere recalculat  $k'_c$ :

|                 | $k'_c$ | 0,1  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 1    |
|-----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\cos \varphi'$ | $M_p$  | 0,45 | 0,56 | 0,64 | 0,71 | 0,76 | 0,79 | 0,80 | 0,81 | 0,82 |
|                 | $T_s$  | 0,18 | 0,25 | 0,32 | 0,38 | 0,43 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,54 |
|                 | $M_i$  | 0,45 | 0,52 | 0,58 | 0,63 | 0,67 | 0,70 | —    | —    | —    |

**Exemplul de calcul 9.2.** Pentru un atelier mecanic se dau datele electrotehnice din tabelul de mai jos — coloanele 1, 2, 3. Se cer:  $P_i$ ,  $P_c$ ,  $Q_c$  (necompensată) și  $W_a$  pentru receptoarele respective, știind că se lucrează în două schimburi.

| Categoriile de receptoare                                | $P_n$ |      | $P_t$<br>kW | $k_c$ | $\cos \varphi$ | $\operatorname{tg} \varphi$ | $P_c$<br>kW | $Q_c$<br>kvar | $k_{10}$        | $T_u$<br>h/an | $W_a$<br>MWh/an |
|--|-------|------|-------------|-------|----------------|-----------------------------|-------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
|  | UM    | Val. |             |       |                |                             |             |               |                 |               |                 |
|  |       |      |             |       |                |                             |             |               |                 |               |                 |
| 1  |       |      | 4           | 5     | 6              | 7                           | 8           | 9             | 10              | 11            | 12              |
| 1. Mașini regim normal                                   | kW    | 1250 | 1250        | 0,18  | 0,60           | 1,33                        | 225         | 299           | 0,13            | 4630          | 752             |
| 2. Mașini regim greu                                     | kW    | 480  | 480         | 0,25  | 0,62           | 1,27                        | 120         | 152           | 0,16            | 4630          | 356             |
| 3. Mașini regim continuu                                 | kW    | 320  | 320         | 0,70  | 0,80           | 0,75                        | 224         | 168           | 0,50            | 4630          | 741             |
| 4. Pod rul. $DA = 40\%$                                  | kW    | 147  | 93          | 0,15  | 0,50           | 1,73                        | 14          | 24            | 0,08            | 4630          | 34              |
| 5. Transf. sudură<br>$DA = 60\%$ , $\cos \varphi = 0,54$ | kVA   | 195  | 82          | 0,35  | 0,35           | 2,28                        | 29          | 65            | 0,09            | 4630          | 34              |
| 6. Cuptor cu inducție                                    | kVA   | 400  | 380         | 0,72  | 0,95           | 0,33                        | 274         | 90            | 0,45            | 4630          | 791             |
| 7. Cuptor cu rezistență                                  | kW    | 120  | 120         | 0,60  | 1,00           | —                           | 72          | —             | 0,35            | 4630          | 194             |
| 8. Iluminat hală   | kW    | 30   | 30          | 1,00  | 0,85           | 0,62                        | 30          | 19            | 0,75            | 2400          | 54              |
| Total 1  |       |      | 2755        | —     | —              | —                           | 988         | 817           | —               | —             | 2956            |
| Corecție: $\beta = 0,9$ ; $\gamma = 0,97$                |       |      |             |       |                |                             | -98         | -27           |                 |               | -296            |
| Total 2  |       |      | 2755        | 0,36  | 0,78           | 0,80                        | 990         | 790           | $T_{uM} = 2686$ |               | 2660            |

Calculul se efectuează prin metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, completind coloanele 5, 6, 10, 11 cu date din tabelul 9.4.3, coloana 5 conform § 1.2.5 și coloanele 4, 8, 9, 12 conform exemplului care se dă mai jos, calculat pentru poduri rulante, poz. 4:

$$P_{t4} = 147 \cdot 0,4 = 93 \text{ kW}; \quad Q_{c4} = 14 \cdot 1,73 = 24 \text{ kvar};$$

$$P_{c4} = 0,15 \cdot 93 = 14 \text{ kW}; \quad W_a = 93 \cdot 0,08 \cdot 4360 = 34\,000 \text{ kWh/an.}$$

Însumînd rezultatele găsite pe coloanele 4, 8, 9, 12, se determină corecția de simultanitate generală pentru total 1 — col. 8, 9, 12 și se determină datele rîndului total 2, unde  $T_{uM}$  este timpul de utilizare a puterii maxime, egal cu raportul  $W_a/P_c$ .

Exemplul de calcul 9.3. Un atelier mecanic independent este dotat cu utilajele menționate în tabelul de mai jos — coloanele 1-4. Se cere încărcarea tabloului de distribuție al atelierului.



| Categorii de receptoare  | Buc. | $P_n/\text{buc.}$ |      | $P, \text{ kW}$ |      |       | $k_e$ | $k'_e$ | $\cos \varphi'$ | $P_e$<br>kW | $Q_e$<br>kvar |
|--------------------------|------|-------------------|------|-----------------|------|-------|-------|--------|-----------------|-------------|---------------|
|                          |      | UM                | Val. | 1 buc           | 5    | Total |       |        |                 |             |               |
|                          |      |                   |      |                 |      |       |       |        |                 |             |               |
| 1                        | 2    |                   |      |                 |      |       | 7     | 8      | 9               | 10          | 11            |
| Mașini regim normal:     | 6    |                   |      |                 |      |       |       |        |                 |             |               |
| — strung paralel         | 1    | kW                | 5,5  |                 | 5,5  | 33,0  |       |        |                 |             |               |
| — mașină de frezat       | 2    | kW                | 10,0 |                 | 10,0 | 10,0  |       |        |                 |             |               |
| — mașină de găurit       | 1    | kW                | 1,7  |                 | 1,7  | 3,4   |       |        |                 |             |               |
| — mașină de filetat      | 1    | kW                | 0,6  |                 | 0,6  | 0,6   |       |        |                 |             |               |
| — mașină de rectificat   | 1    | kW                | 7,1  |                 | 7,1  | 7,1   |       |        |                 |             |               |
| — mașină de rabotat      | 1    | kW                | 4,0  |                 | 4,0  | 4,0   |       |        |                 |             |               |
| — polizor                | 1    | kW                | 2,0  |                 | 2,0  | 2,0   |       |        |                 |             |               |
| — mașină de ascuțit      | 1    | kW                | 4,0  |                 | 4,0  | 4,0   |       |        |                 |             |               |
| Total regim normal       |      |                   |      |                 |      | 64,1  | 0,18  | 0,40   | 0,71            | 25,6        | 35,1          |
| Utilaje regim greu:      | 1    |                   |      |                 |      |       |       |        |                 |             |               |
| — strung carusel         | 2    | kW                | 46,2 |                 | 46,2 | 46,2  |       |        |                 |             |               |
| — presă cu excentric     |      | kW                | 8,1  |                 | 8,1  | 16,2  |       |        |                 |             |               |
| Total regim greu         |      |                   |      |                 |      | 62,4  | 0,25  | 0,85   | 0,81            | 53,0        | 38,2          |
| Ventilatoare             | 2    | kW                | 4,0  |                 | 4,0  | 8,0   | 0,70  | 0,85   | 0,81            | 6,8         | 4,9           |
| Transf. sud. $DA = 60\%$ | 1    | kVA               | 19,5 |                 | 8,2  | 8,2   | 0,35  | 0,85   | 0,53            | 7,0         | 11,2          |
| Conv. sudură $DA = 60\%$ | 1    | kW                | 14,0 |                 | 10,8 | 10,8  | 0,30  | 0,85   | 0,75            | 9,2         | 8,1           |
| Grindă rul. $DA = 25\%$  | 1    | kW                | 6,0  |                 | 3,0  | 3,0   | 0,10  | 0,85   | 0,75            | 2,6         | 2,3           |
| Cuptor cu rezistențe     | 1    | kW                | 14,0 |                 | 14,0 | 14,0  | 0,60  | 0,85   | 1,00            | 11,9        | —             |
| Baie cromare             | 1    | kW                | 6,0  |                 | 6,0  | 6,0   | 0,50  | 0,85   | 1,70            | 5,1         | 5,2           |
| Total general            |      |                   |      |                 |      | 176,5 |       | 0,69   | 0,76            | 121,2       | 105,0         |

Calculul se efectuează prin metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, corectat funcție de numărul de receptoare, completând coloana 7 cu datele corespunzătoare din § 9.4.3., iar restul coloanelor conform exemplului dat pentru utilajele cu regim normal:

$$P/2 = 64,2/2 = 32,1 \text{ kW} \rightarrow n_{rc} = 2(1 + 1 + 3) = 10 \rightarrow k_a = 2,8;$$

$$k'_c = 0,85 (0,18 + 0,18/2,8) = 0,4; \cos \varphi' = 0,71 \rightarrow \tan \varphi' = 1,37;$$

$$P_{c1} = 0,4 \cdot 64,2 = 25,6 \text{ kW}; \quad Q_{c1} = 26,6 \cdot 1,37 = 35,1 \text{ kvar}.$$

Se însumează puterile determinate pe categorii de receptoare și apoi se determină pentru întregul atelier:

$$k'_c = 121,2/176,5 = 0,69; \tan \varphi' = 105/121,2 = 0,87 \rightarrow \cos \varphi' = 0,76;$$

$$I_c = 121,2 \cdot 1000/1,73 \cdot 380 \cdot 0,76 = 246,6 \text{ A}.$$

#### 9.4.4. Curenții de calcul pe categorii de receptoare la tensiunea de 380/220 V

| Categorii de receptoare                     | Relații de calcul               |
|---|---------------------------------|
| 1   | 2                               |
| Instalații de forță:                        |                                 |
| — motoare cu regim continuu (v. § 9.4.3)    | $I_c = (1,6 \div 1,8) P_n$      |
| — motoare cu regim foarte greu (v. § 9.4.3) | $I_c = 1,6 P_3 + 0,65 P_{n-4}$  |
| — motoare cu regim greu (v. § 9.4.3)        | $I_c = 1,6 P_4 + 0,46 P_{n-4}$  |
| — motoare cu regim normal (v. § 9.4.3)      | $I_c = 1,6 P_4 + 0,33 P_{n-4}$  |
| — motoare regim intermitent (v. § 9.4.3):   |                                 |
| $DA = 25\%$                                 | $I_c = 0,9 P_3 + 0,26 P_{n-3}$  |
| $DA = 40\%$                                 | $I_c = 1,13 P_3 + 0,33 P_{n-3}$ |
| — agregate de sudură cu $DA = 60\%$ :       |                                 |
| • motor-generator cu un post de lucru       | $I_c = 1,35 P_3 + 0,63 P_{n-3}$ |
| • idem, cu mai multe posturi de lucru       | $I_c = 1,35 P_3 + 0,91 P_{n-3}$ |
| • transformatoare (bifazate)                | $I_c = 1,78 S_3 + S_{n-3}$      |
| • automat de sudare cu arc                  | $I_c = 1,33 P_3 + 0,72 P_{n-3}$ |
| • mașini de sudat cap la cap                | $I_c = 1,33 P_3 + 0,87 P_{n-3}$ |
| • mașini de sudat continuu                  | $I_c = 1,33 P_3 + P_{n-3}$      |
| — cuptoare electrice:                       |                                 |
| • cu rezistențe                             | $I_c = 1,3 P_3 + 1,2 P_{n-2}$   |
| • cu băi de sare                            | $I_c = 1,3 P_3 + 1,2 P_{n-2}$   |
| — redresoare pentru acoperiri metalice      | $I_c = 1,85 P_3 + 1,16 P_{n-3}$ |

| 1   | 2                            |
|---|------------------------------|
| Instalații pentru iluminat electric:      |                              |
| — hale industriale și iluminat exterior   | $I_c = 1,78 P_n$             |
| — clădiri publice, tehnico-administrative | $I_c = 1,45 P_n$             |
| — locuințe și similare:                   |                              |
| • garsoniere (monofazat)                  | $I_c = 13,5 A$               |
| • apartamente (monofazat)                 | $I_c = 27 A$                 |
| • blocuri (trifazat)                      | $I_c = 4,5 k_s (n_g + 2n_a)$ |

Notă. Simboluri folosite:  $P_n$ ,  $S_n$  — puterea nominală totală a categoriei de receptoare considerate, în kW, respectiv kVA;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $S_3$  — puterea totală nominală a primelor 1, 2, 3, 4 receptoare cu cea mai mare putere nominală în categoria considerată, în kW, respectiv în kVA;  $P_{n-1,2,3}$ ,  $S_{n-3}$  — puterea nominală totală a restului de receptoare din categoria considerată, în kW, respectiv kVA;  $k_s$  — coeficient de simultaneitate pentru un bloc cu  $n_g$  garsoniere și  $n_a$  apartamente, cu valorile:

| Nr. abonați | 2 ÷ 4 | 5 ÷ 9 | 10 ÷ 14 | 15 ÷ 20 | 20  |
|-------------|-------|-------|---------|---------|-----|
| $k_s$       | 1     | 0,79  | 0,63    | 0,53    | 0,5 |

Exemplul de calcul 9.4. Să se determine curentul de calcul pentru tabloul din exemplul 9.3, utilizând metoda curenților pe categorii de receptoare.

Se calculează succesiv, păstrind ordinea din tabel:

$$I_{c1} = 1,6 \cdot 26,5 + 0,3 \cdot 337,5 = 54,8 A; \rightarrow P_3 = 26,5 \text{ kW}; P_{n-3} = 37,6 \text{ kW}$$

$$I_{c2} = 1,6 \cdot 62,4 = 99,8 A; \rightarrow P_3 = 62,4 \text{ kW}$$

$$I_{c3} = 1,6 \cdot 8,00 = 12,8 A; \rightarrow P_1 = P_2 = 8 \text{ kW}$$

$$I_{c4} = 1,78 \cdot 19,5 = 34,7 A; \rightarrow S_n = S_1 = 19,5 \text{ kVA}$$

$$I_{c5} = 1,35 \cdot 14,0 = 18,9 A; \rightarrow P_n = P_1 = 14 \text{ kW}$$

$$I_{c6} = 0,9 \cdot 6 = 5,4 A; \rightarrow P_n = P_1 = 6 \text{ kW}$$

$$I_{c7} = 1,3 \cdot 14 = 18,2 A; \rightarrow P_n = P_1 = 14 \text{ kW}$$

$$I_c = 0,95 I_{c7} = 244,6 A \rightarrow \text{diferență neglijabilă față de exemplul 9.4.}$$



#### 9.4.5. Bilanțuri electroenergetice

**Obiect.** În instalațiile existente: 1) determinarea pierderilor de energie; 2) stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice pentru creșterea randamentului instalațiilor; 3) determinarea resurselor secundare neutilizate și reutilizarea lor; 4) stabilirea normelor de consumuri specifice.

În instalațiile noi: 1) alegerea schemelor optime de alimentare; 2) determinarea resurselor secundare și utilizarea lor; 3) preliminarea consumurilor specifice.

**Categorii de bilanțuri electroenergetice.** După consumator, pe: întreprindere; secție, atelier sau obiect energetic; instalație sau utilaj.

După conținut și mod de elaborare: *de proiect* (pe bază de calcule analitice, date din literatura de specialitate, situații analoage, documentația tehnică a utilajelor etc.); *real* (pe situații existente în scopul îmbunătățirii consumurilor energetice); *optim* (pentru reducerea la maximum a pierderilor constatate în bilanțul real prin diferite măsuri tehnologice și energetice); *normat* (pe baza bilanțului real și a planului de măsuri de economisire a energiei în vederea stabilirii normelor de consum).

După raportarea la care se referă: *orar* (poate fi înlocuit când este oportun cu bilanț *pe ciclu* sau *pe unitatea de produs*) și *anual* (la cerere și *zilnic* sau *lunar*).

**Obligativitatea întocmirii bilanțurilor energetice.** Se stabilește funcție de consumul anual de energie și anume:

| Pentru cine se întocmește?        |            | La ce perioade?        |     |
|-----------------------------------|------------|------------------------|-----|
| Consumator                        | MWh/an     | Consum anual           | ani |
| Întreprindere                     | $\geq 500$ | $> 50\ 000$            | 2   |
| Secție, atelier, obiect energetic | $\geq 300$ | $15\ 000 \div 50\ 000$ | 3   |
| Instalație, utilaj                | $\geq 250$ | $2000 \div 15\ 000$    | 5   |

**Ecuatiile generale ale bilanțului energetic:**

$$W_j = W_e, \quad (9.17)$$

$$\text{unde: } W_i = \Sigma W_{it} + \Sigma W_{ig}; \quad W_e = \Sigma W_{ei} + \Sigma W_{ee} + \Sigma W_p. \quad (9.18)$$

În aceste relații:

—  $W_t$ ,  $W_e$  reprezintă energia totală intrată, respectiv ieșită în/din conturul obiectului bilanțului;

—  $\Sigma$  — suma cantităților de:

—  $W_{te}$  — energia electrică intrată în contur din exterior (absorbită din rețeaua de distribuție);

—  $W_{ig}$  — energia electrică echivalentă generată în interiorul conturului (în special la utilizarea energiei electrice în scopuri termice) prin căldura sensibilă a materiilor prime, a aerului intrat și a apei de răcire precum și prin reacții exoterme;

—  $W_{tu}$  — energie electrică folosită în interiorul conturului pentru realizarea produsului și anume:

- în acționări electrice (echivalentul lucrului mecanic la arborele motorului de acționare corespunzător diferenței dintre energia absorbită și cea pierdută în motor și mecanismul acționat);

- în convertizoare sau transformatoare de energie electrică (noua formă de energie electrică obținută);

- în receptoare electrotermice (energia electrică echivalentă cantității de căldură necesare pentru încălzirea, topirea, vaporizarea sau uscarea materialelor);

- în sudura electrică, tăierea anodo-mecanică, electroeroziune și similare (energia electrică măsurată la bornele electrozilor);

- în iluminatul electric (energia corespunzătoare fluxului luminos, determinată pe baza puterii nominale și randamentului lămpilor);

- în transportul energiei electrice (energia rămasă la locul de utilizare);

—  $W_{ue}$  — energie conținută în resurse energetice secundare livrată în exteriorul conturului pentru a fi folosită în alte scopuri bine definite;

—  $W_p$  — pierderile de energie în echipamentul electric al instalațiilor (mașini, aparate, conductoare etc.) sau în utilaje (datorită: imperfecțiunii construcției, stării existente necorespunzătoare, nerespectării regimului optim de producție și exploatare, încălzirii și răcirii în perioadele de încărcare-descărcare, rebuturilor etc.).

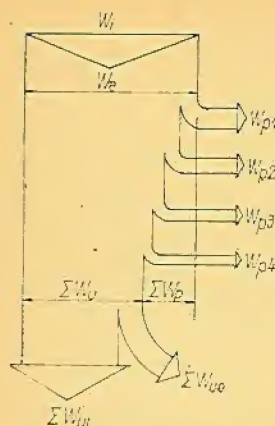


Fig. 9.3. Diagrama Sankey.

Grafic, ecuația bilanțului se exprimă prin diagrama Sankey (fig. 9.3).

Trecerea de la bilanțul orar, pe ciclu sau produs la bilanțul pe o perioadă calendaristică. Relația perioadei:

$$\tau = \Sigma \tau_s + \Sigma \tau_0 + \Sigma \tau_d + \Sigma \tau_f + \Sigma \tau_u, \quad (9.19)$$

în care componentele sînt sumele timpilor pentru:  $\tau_s$  — funcționare în sarcină (productivă);  $\tau_0$  — funcționare în gol;  $\tau_d$  — pornire din repaus pînă în faza de producție;  $\tau_f$  — oprire din faza de producție pînă în repaus;  $\tau_u$  — nefuncționare din alte cauze.

Ecuatiile de trecere:

$$\begin{aligned} W_{u\tau} &= w_u(\Sigma \tau_s); \\ W_{p\tau} &= w_p(\Sigma \tau_s) + w_0(\Sigma \tau_0) + w_d n_d + w_f n_f, \end{aligned} \quad (9.20)$$

în care:  $w_u$  este energia utilă pe oră de funcționare la sarcina medie anuală;  $w_p$ ,  $w_0$  — pierdere orară în funcționarea productivă, respectiv în gol;  $w_d$ ,  $w_f$  — consumul de energie la o pornire, respectiv la o oprire;  $n_d$ ,  $n_f$  — numărul pornirilor, respectiv opririlor (în cazul în care energia nu este disipată integral în perioada de oprire, ultimii doi termeni se calculează de la caz la caz).

Indicatorii de eficiență ai bilanțului. În instalațiile de transformare: randamentul energetic brut, randamentul energetic net și consumul specific brut de energie, egali cu (v. simbolurile sus):

$$\begin{aligned} \eta_b &= \frac{\Sigma W_{ue} + \Sigma W_{sa}}{\Sigma W_{it} + \Sigma W_{sa}}; & \eta_u &= \frac{\Sigma W_{ue}}{\Sigma W_{it}}; \\ c &= \frac{\Sigma W_{it}}{\Sigma W_{ue} + \Sigma W_{sa}} \end{aligned} \quad (9.21)$$



În instalațiile de consum final: randamentul energetic global, randamentul energetic global intern, randamentul economic, randamentul economic intern și consumul specific de energie (simbolizarea de mai sus, în plus;  $V_p$  — volumul producției):

$$\eta_g = \frac{\Sigma W_{ui} + \Sigma W_{ue}}{W_t}; \quad \eta_{ec} = \frac{\Sigma W_{ui} + \Sigma W_{ue}}{\Sigma W_{it}}; \quad (9.22)$$

$$\eta_{gi} = \frac{\Sigma W_{ui}}{W_t}; \quad \eta_{eci} = \frac{\Sigma W_{ui}}{\Sigma W_{it}}; \quad c = \frac{W_t}{V_p}.$$

**Determinarea pierderilor electrice în instalațiile uzuale din întreprinderile industriale.**

a. În liniile electrice: prin măsurători directe (numai în liniile radiale cu sarcini la capete) cu contoare obișnuite relația (9.23)] sau pe contoare de pierderi (9.24) sau prin măsurători indirecte și calcule (9.25), în kWh:

$$W_{pL} = W_1 - W_2 \text{ sau } W_{pL} = W_{11} - W_{12} + W_{21} - W_{22}, \quad (9.23)$$

$$W_{pL} = k R_L A \cdot 10^3 \text{ sau } W_{pL} = k R_L (A_1 - A_2), \quad (9.24)$$

$$W_{pL} = 3 k_f I_{med} R_{eL} \tau_f \cdot 10^3 \quad (9.25)$$

În aceste relații:

$$R_L = r_{L0} L [1 + \alpha(\theta_{ad} - 20) I_{mp}^2 / I_{ad}^2 + \alpha(\theta_a - 20)], \quad (9.26)$$

$$k_f = \frac{I_{mp}}{I_{med}}; \quad I_{med} = \sum_{i=1}^n I_i / n; \quad I_{mp} = \sum_{i=1}^n I_i^2 / n, \quad (9.27)$$

$$R_{eL} \approx \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \left( 2 + \frac{1}{n} \right), \quad (9.28)$$

$$R_{eL} \approx R_0 \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (R_{ii}^2)}{R_0 \left( \sum_{i=1}^n \beta_i \right)^2} \right], \text{ în care: } \beta = \frac{P_i}{P_0}, \quad (9.29)$$

sau:

$$R_{eL} \approx R_0 \left[ \frac{1 + \sum_{i=1}^n R_i}{n^2 R_0} \right], \text{ cînd } L_0 \gg \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}. \quad (9.30)$$

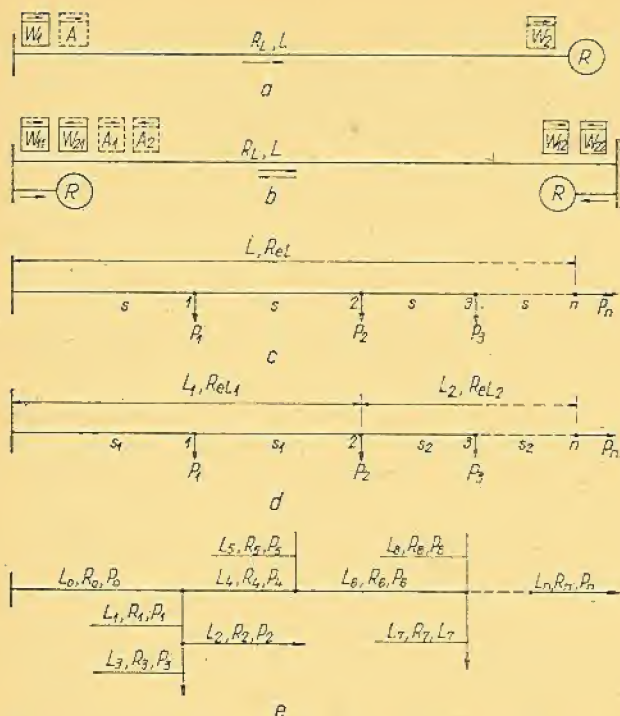


Fig. 9.4. Determinarea pierderilor de energie în liniile electrice:  
 a — prin măsurare directă cu contor obișnuit ( $W$ ) sau contor de pierderi  
 ( $A = \int i^2 dt$ ), energia curgînd într-un singur sens; b — idem, în ambele sensuri;  
 c — scheme de calcul al rezistenței echivalente, la linie radială de secțiuni  
 constante cu sarcini variabile concentrate de-a lungul liniei; d — idem, cu sec-  
 țione variabilă; e — idem, pentru o linie complexă.

Semnificația simbolurilor în aceste relații este arătată în fig. 9.4, cu următoarele completări:  $k$  — coeficient de fază egal cu 1 în c.a. monofazat și cu 3 în c.a. trifazat;  $k_f$  — coeficientul de formă al curbei  $i = f(t)$ ;  $I$ ,  $I_{med}$ ,  $I_{mp}$  — valoarea curentului respectiv momentan, mediu, mediu pătratic determinat la locul de consum, în kA;  $r_{L20}$  — rezistența specifică, în  $\Omega/\text{km}$ ;  $\alpha$  — coeficient de temperatură (v. § 2.1.1);  $\theta_{ad}$  — temperatura maximă admisă în conductor, în  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\theta_a$  — temperatura aerului din jur, în  $^{\circ}\text{C}$ ;  $R$  — rezistențele electrice, în  $\Omega$ ;  $L$  — lungimea liniei, în km.

b. În transformatoarele electrice de putere, în kWh:

$$W_{pT} = p_0 \tau_t + \beta^2 p_{sc} \tau_f + p_s \tau_s, \quad (9.31)$$

în care:  $p_0$ ,  $p_{sc}$ ,  $p_s$  — v. relația (9.15);  $\tau_f$ ,  $\tau_t$ ,  $\tau_s$  — timp de funcționare respectiv total, în sarcină, al instalației de răcire forțată.

c. În bobinele de reactanță, în kWh:

$$W_{bB} = 3k_f I_{med}^2 R_B \tau_f \cdot 10^{-3}, \quad (9.32)$$

în care:  $k_f$  — v. mai sus;  $I_{med}$  — curentul mediu, în A;  $R_B$  — rezistența pe fază a bobinei, în  $\Omega$ ;  $\tau_f$  — timpul de funcționare, în h.

d. În motoarele electrice cu regim de lucru practic uniform, pentru timpul de funcționare  $\tau_f$ , în kWh:

$$W_{pM} = W_{pCu} + W_{pFe} + W_{pmec}, \quad \text{în care:} \quad (9.33)$$

— Pierderile în cuprul înfășirărilor  $W_{pCu}$  sînt date de relația

$$W_{pCu} = 3k_f I_{med}^2 R_e \tau_f \cdot 10^{-3}, \quad (9.34)$$

unde:  $k_f$ ,  $I_{med}$  — v. mai sus;  $R_e$  — rezistența echivalentă, în  $\Omega$ , egală cu: rezistența indusului — în motoarele de c.c., rezistența statorului — în motoarele sincrone, suma rezistenței statorice  $r_1$  și a celei rotorice reduse la stator  $r'_2$  — în motoarele asincrone, adică

$$R_{cas} = r_1 + r'_2 = r_1 + r_2(0,98 U_1/U_{21})^2, \quad (9.35)$$

$U_1$  și  $U_{21}$  fiind tensiunea între fazele statorului, respectiv între inelele rotorului (rezistențele se determină prin măsurători sau din cataloage);

— Pierderile în fier  $W_{pFe}$  sînt deduse:

- pentru motoarele asincrone cu inele colectoare, cu relația:

$$W_{pFe} = (P_{rd} - 3i_{1d}^2 r_1) \tau_f \cdot 10^{-3} \quad (9.36)$$

în care:  $P_{rd}$  — puterea absorbită de motor cu circuitul rotoric deschis, în W;  $i_{1d}$  — curentul statoric în aceleași condiții, în A;



- pentru restul motoarelor de c.a., se determină împreună cu pierderile mecanice, fiind greu de separat:

$$W_{pFe} + W_{pmec} = (P_0 - 3i_0^2 r_1) \tau_f \cdot 10^{-3}, \quad (9.37)$$

în care:  $P_0$ ,  $i_0$  sînt puterea, în W, respectiv curentul, în A, de mers în gol;

- pentru motoarele de c.c., fiind foarte mici, se consideră nule;
- Pierderile mecanice  $W_{pmec}$  se deduc:
- pentru motoarele asincrone cu inele colectoare, cu relația:

$$W_{pmec} = [P_0 - (P_{ra} - 3i_{ia}^2 r_1) - 3i_0^2 R_{cas}] \tau_f, \quad (9.38)$$

(simbolurile au aceeași semnificație ca în ultimele două relații);

- pentru restul motoarelor de c.a., v. relația (9.37);
- pentru motoarele de c.c., cu relația (9.37).

În motoarele cu regim de lucru variabil (repetate porniri, opriri, inversări de sens, turații variabile), se determină global:

$$W_{pM} = w_p (n_p + n_{fm} + n_{fi} + 4n_{is}), \quad (9.39)$$

în care:  $n_r$ ,  $n_{fm}$ ,  $n_{fi}$ ,  $n_{is}$  — numărul de porniri, respectiv frînări mecanice, frînări prin inversare de sens, cicluri de inversare de sens în perioada considerată  $\tau$ ;  $w_p$  — pierderea pe un ciclu de pornire dată de:

$$w_p = \frac{10^{-6}}{2620} kGD^2 n_0, \quad \text{unde: } GD^2 = 365 \frac{W_{pmec}}{a_0 n_0}. \quad (9.40)$$

$k$  fiind un coeficient egal cu: 1 — pentru motoarele de c.c. derivație, 2 — pentru motoarele asincrone cu rotorul în scurt-circuit sau sincrone pornite în asincron,  $1 + r_1/r_2$  — pentru restul motoarelor asincrone;  $GD^2$  — momentul de rotație al ansamblului motor — mecanism antrenat, în  $\text{kgf.m}^2$ ;  $W_{pmec}$  — v. mai sus;  $a_0$  — accelerația de frînare în primul moment după oprire, determinată prin metoda lansării;  $n_0$  — viteza de rotație în gol.

e. În transformatoarele de sudură, în kWh, cu relația:

$$W_{pTS} = p_n (100 + DA) \tau_f / 200, \quad \text{unde: } p_n = S_n \cos \varphi_n (1 - \eta), \quad (9.41)$$

în care:  $p_n$  — pierderile medii pe ciclu de funcționare, în kW;  $DA$  — durata de sudare într-un ciclu, în %;  $S_n$  — puterea nominală a transformatorului, în kVA;  $\cos \varphi_n$  — factorul de putere la sarcina nominală;  $\eta$  — randamentul.

f. Pentru bilanțurile electroenergetice generale de proiect, când nu se dispun de datele de mai sus, pierderile neproductive de energie pe categorii de receptoare, pot fi approximate cu precizie acceptabilă cu relațiile:

$$W_p = (1 - \eta)W, \text{ unde } W = k_w P_i \tau_f, \quad (9.42)$$

în care:  $W$  — energia consumată, în kWh;  $\tau_f$  — perioada la care se raportează bilanțul, în h;  $k_w$  — coeficientul de consum (v. § 9.4.3);  $P_i$  — puterea instalată (v. § 9.4.3), în kW;  $\eta_{med}$  — randamentul mediu cu valorile [ $k'_e$  — v. § 9.4.3 — relația (9.16)]:

| $k'_e$       | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4  | 0,5 | 0,75 | 1    |
|--------------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|
| $\eta_{med}$ | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,82 | 0,85 |

**Conținutul-cadru al bilanțului electroenergetic.** Pentru situațiile existente (bilanțurile reale, normate și optime):

a. Descrierea instalațiilor și proceselor tehnologice și întocmirea schemelor fluxului tehnologic de materiale și fluxului energetic;

b. Pe baza acestor scheme, alegerea obiectelor pentru bilanț, a timpului și conținutului acestuia;

c. Stabilirea sarcinilor de producție la care se fac măsurătorile (în general, la sarcină nominală, maximă, minimă și medie anuală; când nu-i posibil, pentru cel puțin trei valori în limitele normale de variație), a modului de determinare a mărimilor de bilanț (prin măsurători, date statistice sau din literatura de specialitate, calcule), a punctelor și metodelor de măsură cu dotările corespunzătoare, a duratei perioadei de măsurare și frecvenței măsurătorilor;

d. Întocmirea tabelelor de măsurători (care vor fi anexe la bilanț);

e. Stabilirea ecuațiilor bilanțului și componentelor lui (energiile utile și pierderile de energie) și calculul lor (concretizat prin diagrama Sankey) și al indicatorilor de eficiență;

f. Analiza componentelor bilanțului real, comparându-le cu altele similare la nivel avansat în special pe plan mondial;

g. Stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice pentru reducerea la maximum a pierderilor și realizarea resurselor secundare neglijate, precum și etapizarea aplicării eficiente a acestor măsuri;

h. Pe baza rezultatelor obținute prin aplicarea acestor măsuri, întocmirea bilanțurilor normate (inclusiv determinarea consumurilor specifice corespunzătoare) și apoi a bilanțului optim.

Exemplul de calcul 9.5. Bilanțul electroenergetic de proiect al atelierului din exemplul 9.3, cunoscând că pentru receptoare nu se dispune decât de datele din tabelul respectiv, completate cu cele din tabelul de mai jos — coloanele 4 și 5, și că volumul producției marfă anuale este de 150 000 000 lei.

Se calculează consumurile anuale de energie pe categorii de receptoare (coloana 6), conform § 9.4.2 și se determină pierderile neproductive (în care sînt înglobate și cele din rețelele aferente) — coloanele 7 și 8, cu ajutorul relației (9.42), după care se întocmește diagrama Sankey simplificată (fig. 9.3, b).

| Categorii de receptoare | $P_i$<br>kW | $k'_{\epsilon_i}$ | $k_w$ | $\tau_f$<br>h/an | $W_i$<br>kWh/an | $\eta_g$<br>% | $W_p$<br>kWh/an |
|-------------------------|-------------|-------------------|-------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Mașini reg. normal      | 64,1        | 0,40              | 0,13  | 4630             | 38 581,8        | 0,75          | 9645,4          |
| Mașini reg. greu        | 62,4        | 0,85              | 0,16  | 4630             | 46 225,9        | 0,84          | 7396,1          |
| Ventilatoare            | 8,0         | 0,70              | 0,50  | 2325             | 9300,0          | 0,82          | 1674,0          |
| Transf. sudură          | 8,2         | 0,85              | 0,09  | 2325             | 1715,9          | 0,85          | 254,4           |
| Convertizor sud.        | 10,8        | 0,85              | 0,12  | 2325             | 3013,2          | 0,85          | 452,0           |
| Grindă rulantă          | 3,0         | 0,85              | 0,05  | 4635             | 694,5           | 0,85          | 104,2           |
| Cuptor electric         | 14,0        | 0,85              | 0,35  | 2325             | 11 392,5        | 0,85          | 1708,9          |
| Baie cromare            | 6,0         | 0,85              | 0,40  | 2325             | 5580,0          | 0,85          | 837,0           |
| Iluminat                | 3,0         | 0,85              | 0,75  | 1800             | 4050,0          | 0,25          | 3037,5          |
| Total                   | 179,5       |                   |       |                  | 120 553,8       | 0,78          | 25 112,5        |

Energia consumată în mod util

$$W_u = 120 553,8 - 25 112,5 = 95 441,3 \text{ kWh/an.}$$

Consumul specific de energie [relația (9.22)]:

$$c = 120 553,8 / 150 = 803,692 \text{ kWh}/10^6 \text{ lei PM.}$$

O îmbunătățire a randamentului instalației se poate obține printr-o mai bună încărcare a mașinilor cu regim normal, ceea ce ar permite reducerea mașinilor de același tip, prin înlocuirea ventilației forțate cu ventilație naturală și printr-o atentă programare și încărcare a receptoarelor termice.



## 9.5. Defecte și regimuri anormale principale în funcționarea rețelelor electrice

### 5.2.1. Scurtcircuitul. Punerea la pământ. Suprasarcina

**Scurtcircuitul.** Scurtcircuitul se datorează străpungerii sau conturnării izolației și este cel mai grav defect, deoarece valoarea mare pe care o ia curentul de scurtcircuit provoacă: 1) creșterea căderii de tensiune în generatoare și impedențele parcurse, deci scăderea generală a tensiunii (chiar pînă la anularea la locul defectului), periclitînd atît funcționarea în paralel a centralelor electrice cît și alimentarea consumatorilor (cei din aval de locul scurtcircuitului pot rămîne nealimentați); 2) deteriorarea instalațiilor afectate prin efectele sale dinamice și termice.

Cazurile posibile de scurtcircuit sînt arătate în fig. 9.5, *a—e*. În instalațiile de joasă tensiune se consideră în calcule numai cazurile *a*, *b* și *d* (v. § 9.5.2).

**Punerea la pământ.** Se datorează tot deteriorării izolației și constă în apariția unei legături accidentale de rezistență nulă (fig. 9.5, *f*) sau finită (fig. 9.5, *g*) între pământ și una sau două faze ale rețelei, care nu are alt punct al ei în legătură netă cu pământul.

În rețelele cu neutrul izolat, punerea la pământ a unei faze nu constituie un defect în sine periculos, neproducînd perturbări importante în funcționare (poate duce totuși la încărcarea nesimetrică a generatoarelor, care, fiind capacitivă, provoacă ridicări de tensiune uneori periculoase; de asemenea, curentul care circulă prin pământ poate perturba funcționarea liniilor electrice vecine, în special a celor de telecomunicații). Prelungită însă, punerea la pământ poate degenera în scurtcircuit prin solicitarea izolației de către tensiunea fazelor sănătoase, care crește de  $\sqrt{3}$  ori, în timp ce faza defectă ia potențialul pământului; supratensionarea rețelei poate duce la a doua punere la pământ, echivalentă cu un scurtcircuit bifazat prin rezistență (fig. 9.1, *e*).

Ca urmare se iau măsuri de reducere a curenților de punere la pământ pînă la cîțiva amperi, prin compensarea

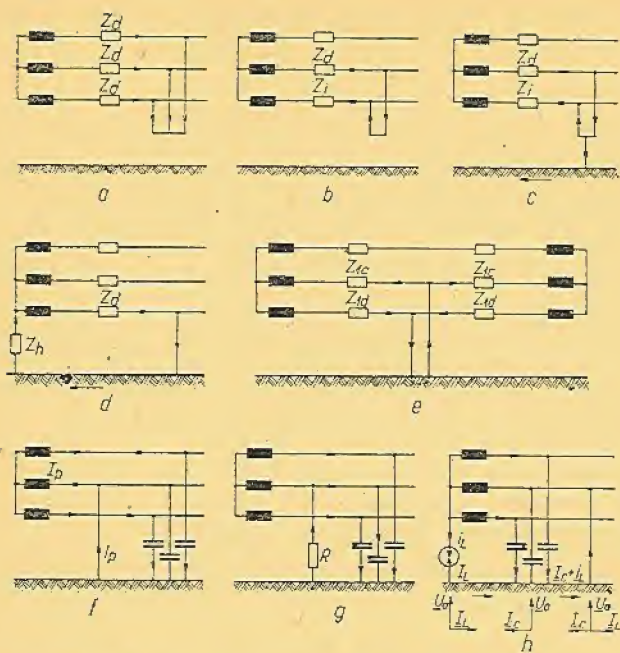


Fig. 9.5. Scheme de scurtcircuite și puneri la pământ:  
*a* — scurtcircuit trifazat (simetric); *b* — scurtcircuit bifazat fără punere la pământ; *c* — idem, cu punere la pământ; *d* — scurtcircuit monofazat; *e* — dubla punere la pământ; *f* — punere netă la pământ în rețele izolate; *g* — punere la pământ prin arc în rețele izolate; *h* — punere la pământ în rețele compensate.

rețelor cu neutrul izolat prin bobine de stingere (fig. (fig. 9.1, *h*).

**Suprasarcina.** Este un regim anormal de funcționare, care constă în creșterea curentului peste valoarea normală ca urmare fie a creșterii anormale a sarcinii, fie a scăderii anormale a puterii surselor.

În funcționarea de durată, suprasarcina: 1) solicită termic instalațiile, contribuind la uzura lor și deci la apariția defectelor; 2) produce scăderi ale tensiunii și deci creșterea curenților absorbiți de receptoare, ceea ce provoacă o nouă scădere de tensiune ș.a.m.d., ducând la avalanșa de tensiune, cu pericolul ieșirii din sincronism și declanșării surselor generatoare.

### 9.5.2. Calculul curenților de scurtcircuit

**Curenții de scurtcircuit.** Pentru dimensionarea, verificarea și reglajul protecției instalațiilor electrice, pentru cazurile din fig. 9.5, *a—e*, simbolizate în relațiile de jos cu indicii *a—3*, *b—2*, *c—2p*, *d—1*, *e—pp*, se calculează:

•  $I_k''$  — componenta periodică a curentului de scurtcircuit inițial (cazul *e* —  $I_{pp}''$  — se calculează funcție de schemă):

$$\begin{aligned} I_{k3}'' &= \frac{cU_n}{\sqrt{3}|\underline{Z}_d|}; & I_{k2}'' &= \frac{cU_n}{|\underline{Z}_d + \underline{Z}_i|}; \\ I_{k2p}'' &= \frac{cU_n}{\left| \underline{Z}_d + \frac{\underline{Z}_i \underline{Z}_h}{\underline{Z}_i + \underline{Z}_h} \right|}; & I_{k1}'' &= \frac{\sqrt{3}cU_n}{|\underline{Z}_d + \underline{Z}_i + \underline{Z}_n|}, \end{aligned} \quad (9.43)$$

unde: *c* este coeficient de diferență între tensiunea aplicată anterior scurtcircuitului la locul defectului și tensiunea nominală, egal cu 1,1 în rețelele de 6 ... 110 kV și cu 1,05 (cînd  $Z \approx R$ ) sau cu 0,95 (cînd  $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ ) în rețelele sub 1 kV;  $Z_{d,i,h}$  — impedanța directă, inversă, homopolară (v. calculul elementelor de rețea mai jos);

•  $I_a$  — curentul de declanșare (nu se consideră pentru cazul *c*):

$$\begin{aligned} I_{a3} &= k' I_G; & I_{a2} &= k' I_G; & I_{a1} &= I_{k1}''; \\ I_{app} &= I_{kpp}'', \end{aligned} \quad (9.44)$$

unde: *k'* este multiplul curentului nominal al generatoarelor din rețea  $I_G$  care alimentează curentul de scurtcircuit, determinat din diagrama *a* — fig. 9.6; cînd nu se cunoaște  $I_G$  și în rețelele de JT se consideră  $I_a = I_k''$ ;

•  $I_k$  — curentul permanent de scurtcircuit (nu se consideră pentru cazul *c*):

$$\begin{aligned} I_{k3} &= k_\infty I_G; & I_{k2} &= \sqrt{3} k_\infty I_G; \\ I_{k1} &= I_{k1}''; & I_{kpp} &= I_{kpp}'', \end{aligned} \quad (9.45)$$



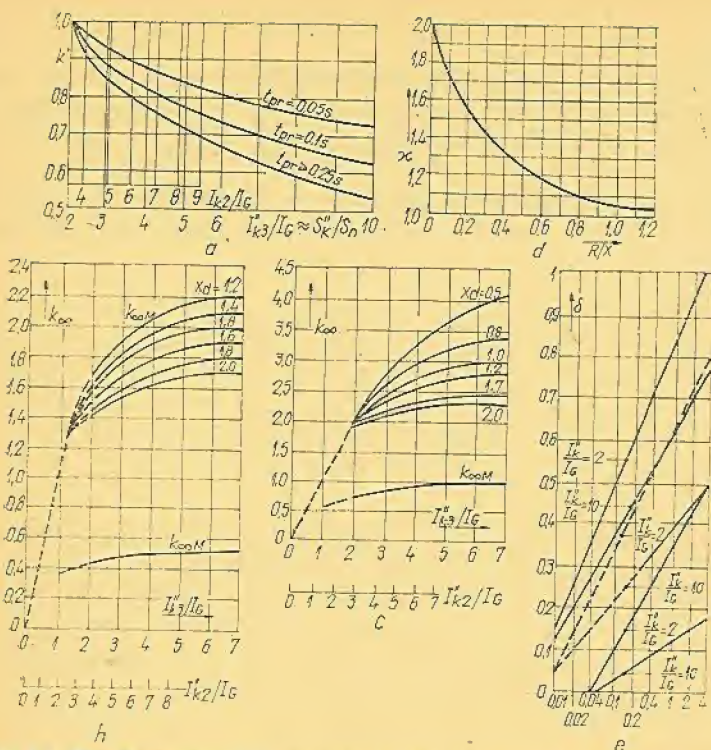


Fig. 9.6. Diagrame pentru determinarea coeficienților de calcul ai curenților de scurtcircuit [v. relațiile (9.44 ... 9.46, 9.48)].

unde  $k_{\infty}$  se determină din diagramele  $b, c$  — fig. 9.6; în rețele de joasă tensiune sau când nu se cunoaște  $I_G$  (caz obișnuit în calcule la consumatori), se consideră  $I_k = I_k''$ ;

•  $i_s$  — curențul de scurtcircuit de șoc (nu se consideră pentru cazul  $c$ ):

$$\begin{aligned} i_{s3} &= x \sqrt{2} I_{k3}''; & i_{s2} &= x \sqrt{2} I_{k2}''; \\ i_{s1} &= x \sqrt{2} I_{k1}''; & i_{spp} &= x \sqrt{2} I_{pp}'', \end{aligned} \quad (9.46)$$

unde  $x$  se determină din diagrama  $d$  — fig. 9.6, în funcție de raportul  $R/X$ ;

•  $I_m$  — curentul echivalent termic de 1 s al curentului de scurtcircuit (se calculează numai la verificarea la solicitările termice de scurtcircuit ale echipamentelor):

$$I_m = I_k'' \sqrt{(m+n)t/1} \text{ (c.a.)}; \quad I_m = I_k \sqrt{t/1} \text{ (c.c.)}, \quad (9.47)$$

unde coeficienții  $m$  și  $n$  se determină din diagrama  $e$  — fig. 9.7,  $a$  (primul ține seama de aportul componentei aperiodice a curentului de scurtcircuit; al doilea, de variația în timp a componentei periodice), iar  $t$  — durata defectului, în s, dat de reglajul protecției și funcționarea aparatelor.

Notă. În calcule expeditiv, curenții  $I_{k3}''$  și  $i_{s2}$  se pot determina cu aproximație convenabilă din diagrama dată în fig. 9.7,  $b$ .

**Aportul motoarelor de MT la scurtcircuit.** Motoarele și compensatoarele sincrone se consideră în calculul curenților  $I_k''$ ,  $I_a$ ,  $I_k$ , ca și generatoarele.

Motoarele asincrone se consideră că-și aduc aportul la bara MT la care sînt racordate direct la valoarea curenților de scurtcircuit: pentru  $I_k''$  și  $i_s$  — totdeauna; pentru  $I_a$  — numai cînd timpul total de eliminarea defectului este sub 0,15 s; relații de calcul:

$$I_{kM}'' = \frac{c U_n}{\sqrt{3} X_M}; \quad I_{aM} = \delta I_{kM}''; \quad i_{sM} = \kappa \sqrt{2} I_{kM}'' \quad (9.48)$$

unde:  $X_M = U_n / \sqrt{3} k_p I_n$  reactanța inductivă a motorului, în  $\Omega$ ;  $I_n$  — curentul nominal al motorului, în A;  $K_p$  raportul  $I_p / I_n$ ,  $I_p$  fiind curentul de pornire (cînd se cunoaște  $I_p$ ,  $I_{kM}'' = c \cdot I_p$ );  $\kappa = 1,65$  pentru  $P_{nM}/p < 1$  MW sau  $\kappa = 1,75$  pentru  $P_{nM} > 1$  MW,  $p$  fiind numărul de perechi de poli;  $\delta$  — se determină din diagrama fig. 9.6,  $d$ .

Aportul motoarelor asincrone la scurtcircuit la barele la care sînt racordate prin trafa se consideră numai dacă:

$$\frac{\Sigma S_M}{S_T} \leq \frac{a X_M}{\frac{100(1-a) S_T}{S_k} - a U_{kT}}, \quad (9.49)$$

unde:  $\Sigma S_M$  este suma puterilor motoarelor racordate la bara considerată, în MVA;  $S_T$  — puterea transformatorului prin care sînt racordate, în MVA;  $S_k$  — puterea de scurtcircuit pe bara de tensiune superioară fără aportul motoare-

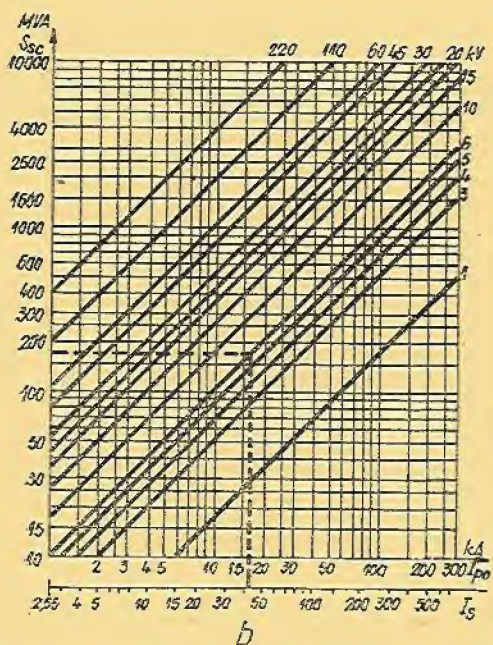
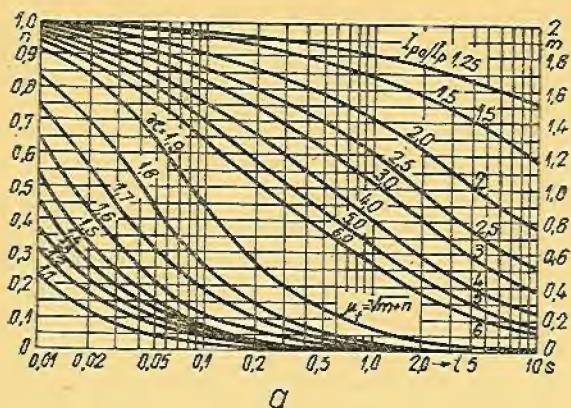


Fig. 9.7. Diagrame pentru calculul curenților de scurtcircuit:  
 a — v. relația (9.47); b — determinarea curenților de scurtcircuit  
 funcție de puterea de scurtcircuit.



lor, în MVA;  $X_M$  — reactanța supratranzitorie a motoarelor, în %;  $U_{kT}$  — tensiunea de scurtcircuit a transformatorului de racord al motorului, în %;  $a$  — abaterea admisă din aportul sistemului, în % (la tensiunea de 110 kV se recomandă  $a = 10\%$ ).

**Aportul motoarelor de JT la scurtcircuit.** Motoarele sincrone se consideră în calculul curenților  $I_k''$  și  $I_a$ , modelate prin reactanța lor supratranzitorie  $X_d''$  și tranzitorie  $X_d'$ .

Motoarele asincrone se consideră în calculul curenților  $I_k''$ ,  $I_a$  și  $i_s$  numai la bara de JT la care sînt racordate și numai dacă:

$$I_n = 0,01 I_k'', \quad (9.50)$$

$I_k''$  fiind calculat fără aportul motoarelor, iar  $I_n'$  fiind suma curenților nominali ai motoarelor asincrone racordate.

Cînd la aceeași bară sînt racordate mai multe motoare asincrone, se consideră un motor echivalent de reactanță (neglijînd legăturile, iar  $k_p = 6$  cînd nu se cunoaște):

$$X_M = U_n / k_p \sqrt{3} I_n. \quad (9.51)$$

Relațiile de calcul al aportului motoarelor asincrone (păstrînd simbolizarea de mai sus):

— în scurtcircuit trifazat:

$$\begin{aligned} I_{kM3}'' &= U_n / \sqrt{3} X_M; & I_{aM3} &= I_{kM3}''; \\ i_{sM3} &= x_M \sqrt{2} I_{kM3}''; \end{aligned} \quad (9.51)$$

— în scurtcircuit bifazat:

$$I_{kM2}'' = \sqrt{3} I_{kM3}'' / 2; \quad I_{aM2} = I_{kM2}''; \quad I_{sM2} = I_{kM2}''. \quad (9.52)$$

### Relațiile de calcul al impedanțelor elementelor de rețea

| Elementul de rețea | Relațiile de calcul |
|--------------------|---------------------|
| 1                  | 2                   |

*În rețelele de și mai mari de 1 kV*

|  |  |
|--|--|
| Generatoare, compensatoare și motoare sincrone | $X = \frac{X\%}{100} \frac{U_n}{S_G};$ $X$ — reactanța mașinii considerate |
| Motoare asincrone                              | $X = U_n / k_p \sqrt{3} I_n;$ $k_p = I_p / I_n$                            |

| 1   | 2  |
|---|--|
| Transformatoare   | $X = (U_k\%/100) (U_n/\sqrt{3} I_n)$<br>$U_k$ — tensiunea de scurtcircuit  |
| LEA și LES  | $Z = (r + jX)l$ ; $l$ — lungimea liniei  |
| Bobine de reactanță   | $X = (\varepsilon\%/100) (U_n/\sqrt{3} I_n)$ ; $\varepsilon$ — reactanța relativă  |
| Rețeaua de alimentare (pînă în punctul $k$ de scurtcircuit) | Se utilizează cînd nu se cunosc alte date, caz obișnuit la consumatori. Cînd nu se cunoaște nici $S_k''$ , se ia $S_k'' = \infty$ , deci $X_k = 0$<br>$X_k = \frac{U_{nk}^2}{S_k''}$ |
| Sarcina   | $Z = U_n^2/(P - jQ) = U_n^2(P + jQ)/S^2$   |

## În rețelele sub 1 kV

|  |   |
|--|---|
| Rețea  | $R_d = 0,1X_d$ ; $X_d = \varepsilon U^2/S_k''$ ; $R_h = R_d$ ;<br>$X_h = (1 \div 1,5)X_d$   |
| Transformator ( $\Delta P_k$ — pierderile în scurtcircuit, în %) | $R_d = \frac{\Delta P_k U_n^2}{S_n} 10^6$ ; $Z_d = \frac{U_k\% U_n^2}{S_n} 10^4$ ;<br>$X_d = \sqrt{Z^2 - R^2}$ ;<br>$R_h = R_d$ ; $X_h = 0,8X_d$ — conexiuni $\Delta Y$ ;<br>$R_h = 0,5 R_d$ ; $X_h = 0,1X_d$ — conexiuni $YZ$ sau $\Delta Z$ |
| Bobină de reactanță  | $R_d = 0$ ; $X_d = (\varepsilon\%/100) (U_n/\sqrt{3} I_n)$ ;<br>$R_h = 0$ ; $X_h = X_d$   |
| Cablu  | $R_d = r_0 l$ ; $X_d = x_0 l$ ; $R_h = 4R_d$ ; $X_h = 3,8X_d$   |
| Linie aeriană  | $R_d = r_0 l$ ; $X_d = x_0 l$ ; $R_h = 2R_d$ ; $X_h = 3X_d$   |
| Bară   | $R_r = r_0 l$ ; $X_d = x_0 l$ ; $R_h = 2R_d$ ; $R_h = 4X_d$   |
| Motor asincron   | $X_M = U_n/(k_p \sqrt{3} I_n) - k_p$ — vezi sus.  |

În cazul în care rețeaua considerată are mai multe trepte de tensiune  $U_i$ , cărora le corespund impedanțele  $Z_i$ , toate impedanțele se raportează la o tensiune de referință





În punctul  $k1$  — barele stației de primire:

$$Z_{k1} = Z_1 = X_1 = 6^2/150 = 0,24 \, \Omega; \quad R_{k1}/X_{k1} = 0 \rightarrow \alpha = 2$$

$$I''_{k1} = 1,1 \cdot 6/(1,73 \cdot 0,24) = 15,896 \, \text{kA};$$

$$I_{a1} = I_{k1} = I''_{k1} = 15,896 \, \text{kA}$$

$$i_{\beta 1} = 2\sqrt{2} \cdot 15,896 = 40,465 \, \text{kA}$$

În punctul  $k2$  — barele de 6 kV ale postului trafo:

— aportul sistemului,

$$R_{k2} = P_2 = 0,155 \cdot 0,2 = 0,031 \, \Omega; \quad X_1 = 0,088 \cdot 0,2 = 0,018 \, \Omega$$

$$X_{k2} = 0,24 + 0,018 = 0,258 \, \Omega; \quad R_{k2}/X_{k2} = 0,258 \rightarrow \alpha = 1,7$$

$$Z_{k2} = \sqrt{0,031^2 + 0,258^2} = 0,26 \, \Omega.$$

$$I''_{k2s} = 1,1 \cdot 6/(1,73 \cdot 0,26) = 14,673 \, \text{kA} = I_{a2s} = I_{k2s}$$

$$i_{\beta 2s} = 1,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 14,673 = 35,171 \, \text{kA}$$

— aportul motorului asincron  $M1$ , ( $t_{pr} = 0,1 \, \text{s}$ )

$$X_{M1} = 6000/(7,5 \cdot 1,73 \cdot 91) = 5,082 \, \Omega$$

$$I''_{kM1} = 1,1 \cdot 6/(1,73 \cdot 5,082) = 0,751 \, \text{kA}$$

$$I_{aM1} = 0; \quad t_{pr} \approx 0,15 \, \text{s}; \quad I_{kM2} = 0$$

$$i_{\beta M2} = 1,65 \cdot 1,41 \cdot 0,751 = 1,752 \, \text{kA}$$

— curentul total de scurtcircuit,

$$I''_{k2} = 14,673 + 0,751 = 15,424 \, \text{kA}$$

$$I_{a2} = I_{k2} = 14,673 \, \text{kA}; \quad i_{\beta 2} = 35,171 + 1,752 = 36,923 \, \text{kA}$$

În punctul  $k3$  — barele colectoare de JT;

— aportul sistemului,

$$R'_{k2} = 0,031 \cdot 0,38^2/6^2 = 0,124 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$R_3 = 12 \cdot 0,38^2 \cdot 10^6/1000^2 = 1,733 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$R_4 = 0,035 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,42 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$R_{k3} = (0,124 + 1,733 + 0,42) \cdot 10^{-3} = 2,277 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$X'_{k2} = 0,258 \cdot 0,38^2/6^2 = 1,035 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$X_3 = \sqrt{(6 \cdot 0,38^2 \cdot 10^4/1000)^2 - 1,733^2} = 8,49 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$X_4 = 0,113 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,356 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$X_{k3} = (1,035 + 8,49 + 1,356) \cdot 10^{-3} = 10,881 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$Z_{k3} = \sqrt{(2,277^2 + 10,881^2) \cdot 10^{-6}} = 11,117 \cdot 10^{-3} \, \Omega$$

$$R_{k3}/X_{k3} = 2,277/10,881 = 0,21 \rightarrow \alpha = 1,5$$

$$I''_{k3s} = 20,746 \, \text{kA}; \quad I_{a3s} = I_{k3s} = I''_{k3s} = 20,746 \, \text{kA}$$

— aportul motorului  $M_2$ ,

$$X_{M_2} = 380/6,5 \cdot 1,73 \cdot 304 = 0,111 \ \Omega$$

$$I_{k_3 M_2}'' = 0,38/1,73 \cdot 0,111 = 1,979 \text{ kA} = I_{a_3 M_2}$$

$$i_{\phi_3 M_2} = 1,65 \cdot 1,41 \cdot 1,979 = 4,604 \text{ kA}$$

— curentul total de scurtcircuit,

$$I_{k_3}'' = 22,725 \text{ kA}; I_{a_3} = 22,725 \text{ kA}; I_{k_3} = 20,746 \text{ kA}$$

$$i_{\phi_3} = 48,482 \text{ kA}.$$

În punctul  $k_4$  — barele tabloului de distribuție  $TI$  ( $l_4 = 12 \text{ m}$ ;  
 $l_5 = 5 \text{ m}$ ):

$$R_5 = 0,035 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,175 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$R_6 = 0,119 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 14,28 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$R_{k_4} = (2,277 + 0,175 + 14,28) \cdot 10^{-3} = 16,732 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$X_5 = 0,113 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,565 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$X_6 = 0,076 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 9,12 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$X_{k_4} = (10,881 + 0,565 + 9,12) \cdot 10^{-3} = 20,566 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$Z_{k_4} = \sqrt{(16,732^2 + 20,566^2) \cdot 10^{-6}} = 26,51 \cdot 10^{-3} \ \Omega$$

$$R_{k_4}/X_{k_4} = 16,732/20,566 = 0,81 \rightarrow x = 1,1$$

$$I_{k_4}' = 8,68 \text{ kA}; I_{a_4} = I_{k_4} = 8,68 \text{ kA};$$

$$i_{\phi_4} = 1,1 \cdot 1,41 \cdot 8,68 = 13,462 \text{ kA}$$

Curenții echivalenți termici de 1 s se calculează numai pentru punctele  $k_2$  și  $k_3$ , unde urmează să se dimensioneze instalația și pentru care

$$t_{pr_2} = 0,5 \text{ s și } t_{pr_3} = 0,2 \text{ s:}$$

$$I_{m_2}'' = 1,2 \cdot 15,424 = 18,509 \text{ kA} \rightarrow \sqrt{(0,9 + 1,98)0,5} = 1,2$$

$$I_{m_3}'' = 0,71 \cdot 20,746 = 14,73 \text{ kA} \rightarrow \sqrt{(0,6 + 1,95)0,2} = 0,71$$

## 10. INSTALAȚII DE CONEXIUNI ȘI TRANSFORMARE

### 10.1. Categoriile de instalații și compunerea lor

Categoriile de instalații. După destinație:

- Instalații de conexiuni: *stații de conexiuni* primesc și distribuie energia electrică la aceeași tensiune — mai mare de 1 kV — și la aceeași frecvență) și *puncte de alimentare* (stații de conexiuni din care se alimentează posturi de transformare);

- Instalații de transformare (transformă energia electrică de la o tensiune la altă tensiune): *stații de transformare* (IT/MT sau MT/IT) și *posturi de transformare* (MT/JT).

După amplasare:

- Instalații exterioare, adoptate cu precădere (au echipamentele montate în exterior);

- Instalații interioare, adoptate numai justificate tehnico-economic și în condițiile § 10.2.1: în clădiri independente anume destinate (se adoptă în cazuri excepționale), în încăperi alipite sau înglobate la clădiri cu altă destinație principală (cazuri frecvente în special pentru instalații de conexiuni și distribuție) și liber instalate în hale industriale (cazuri frecvente în halele de mare suprafață, unde mediul permite);

- Instalații combinate: obișnuit se montează în exterior conexiunile de IT și transformatoarele și în interior conexiunile de MT și distribuția pe JT.

Exemple de instalații de conexiuni și transformare la consumator se dau în fig. 10.1—10.4.



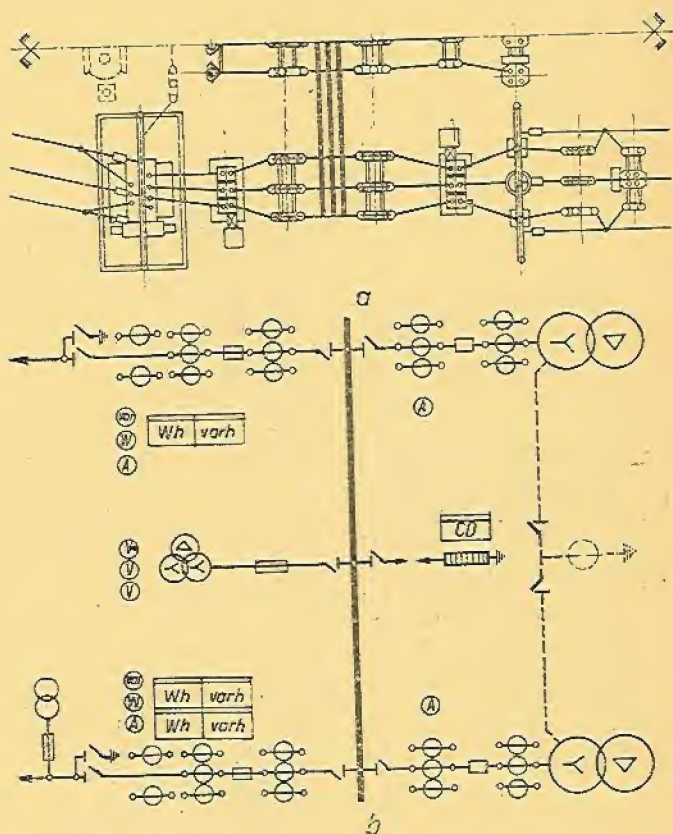
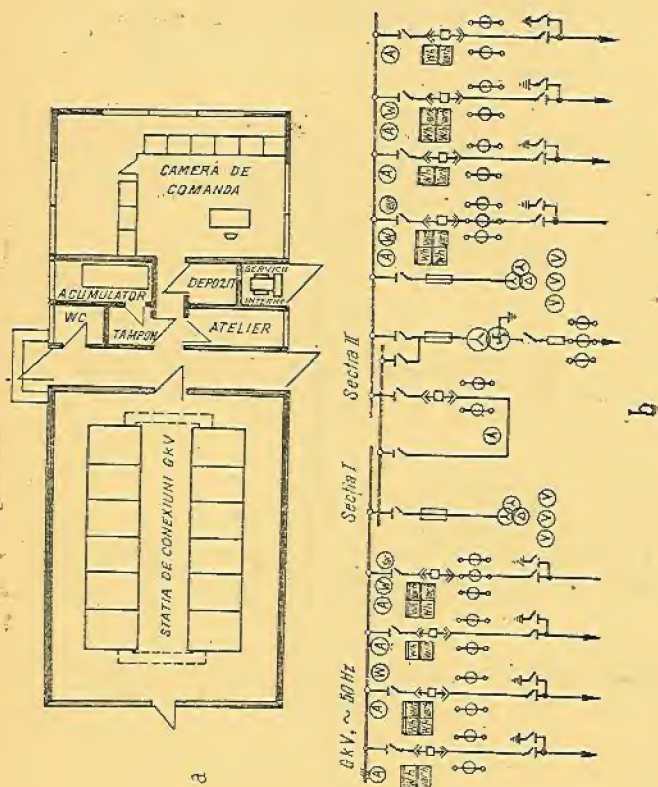


Fig. 10.1. Exemplu de stație electrică de transformare exterioară:  
*a* — planul instalației; *b* — schema electrică monofilară.

Fig. 10.2. Exemplu de stație electrică de conexiuni:

*a* — planul instalației; *b* — schema electrică monofilară,



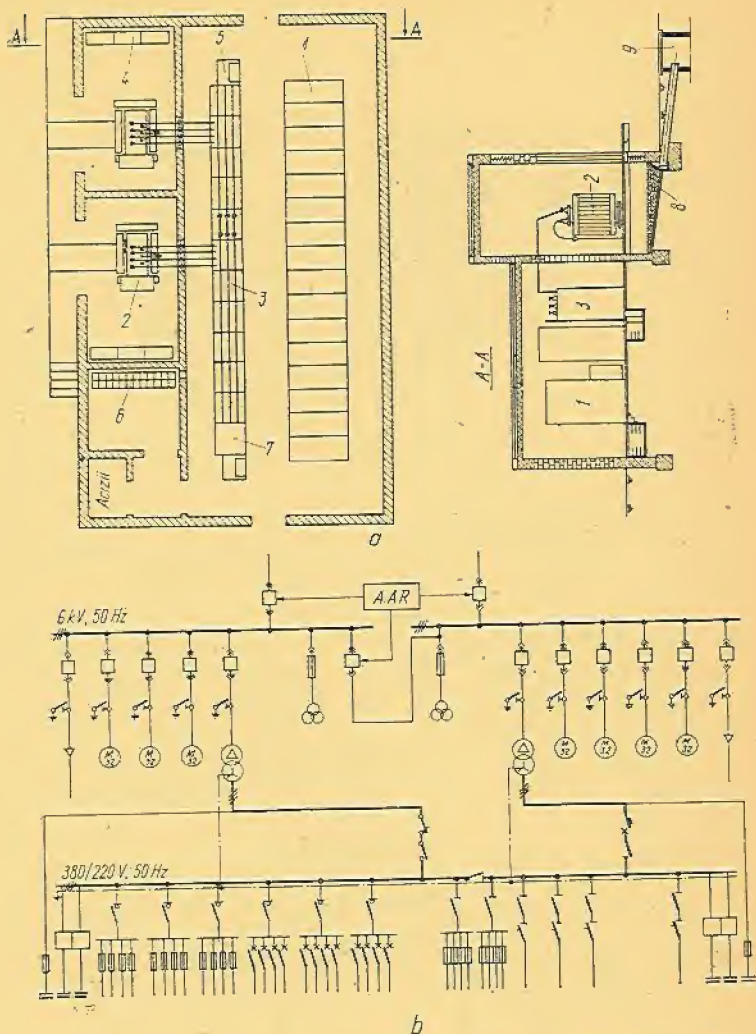
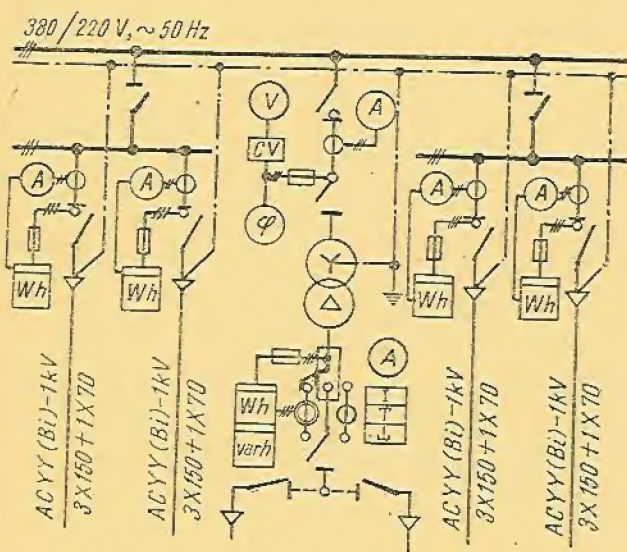
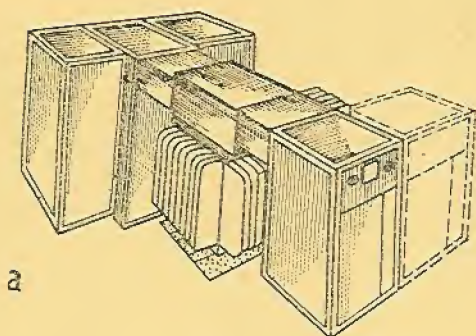


Fig. 10.3. Exemplu de stație electrică de conexiuni la un loc cu un post de transformare în întreprindere industrială:

*a* — plan și secțiune (1 — celule MT, 2 — trafo, 3 — TGD, 4,5 — instalație de condensatoare; 6 — acumulator, 7 — IP,S 8; 9 — colector ulei); *b* — schema electrică monofilară.





b

Fig. 10.4. Exemplu de post trafa liber instalat în hală de producție.

**Compunerea instalațiilor.** Principal se compun din:

- instalația de distribuție pe IT(MT) — poate lipsi când transformatoarele sînt alimentate direct;
- instalația de transformare IT (MT)/MT (JT) sau invers;
- instalația de distribuție pe MT(JT); pot fi și independente ca amplasare de instalația de transformare;
- instalații de servicii interne (c.c. și c.a. sau numai c.a.);
- instalațiile aferente de legare la pămînt;
- după caz, instalația de protecție împotriva trăsnetului și instalația de compensare a energiei reactive pentru îmbunătățirea factorului de putere.

## 10.2. Partea de construcție a instalațiilor

### 10.2.1. Condiții de amplasare

**Condiții generale.** Se vor asigura:

— Amplasarea în centrul de greutate electroenergetic al consumatorului;

— Utilizarea la maximum a utilităților existente sau prevăzute în alte scopuri principale;

— Posibilitatea adoptării de regulă a racordurilor aeriene în special pentru IT și a extinderilor pe viitorii 10-15 ani;

— Respectarea distanțelor minime  $D_m$  de pericol de incendiu dintre cel mai apropiat echipament electric (la instalațiile exterioare) sau perete al încăperii (la instalațiile interioare) și construcțiile vecine (depozitele deschise se asimilează cu construcții de categoria de pericol de incendiu dată de natura materialului depozitat), conform tabelului:

| Categoriile de instalații de conexiuni și transformare considerate                  | $D_m$ în m, față de construcții: |             |    |     |        |
|---|----------------------------------|-------------|----|-----|--------|
|   | Grad rezistență la foc           | Industriale |    |     | Civile |
|   |                                  | A,B         | C  | D,E |        |
| 1   | 2                                | 3           | 4  | 5   | 6      |
| Instalații interioare de toate categoriile; instalații exterioare cu $U_n > 110$ kV | I, II                            | 20          | 12 | 10  | 10     |
|   | III                              | —           | 14 | 12  | 12     |
|   | IV,V                             | —           | 16 | 14  | 14     |

| 1   | 2                     | 3  | 4              | 5              | 6              |
|---|-----------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| Instalații exterioare cu tensiunea de 110 kV sau mai mare | I, II<br>III<br>IV, V | 25<br>—<br>—                               | 16<br>20<br>25 | 14<br>16<br>20 | 14<br>16<br>20 |
| Posturi trafa în mediu rural și regiuni similare          | I, II, III<br>IV, V   | agrozootehnice și TSA                      |                | 10<br>15       | 4<br>6         |
| Instalații (inclusiv racorduri) subterane                 | I ... V               | Motivate numai pe considerente tehnologice |                |                |                |

Excepții la tabel: 1. Dacă instalația exterioară alimentează direct; construcția vecină de categoria C, D, E pericol de incendiu și gradul I, II, III rezistență la foc se pun condițiile din fig. 10.5.

2. Cu pereți antifoc, fie la construcția instalației, fie la construcția vecină, distanțele nu se normează.

3. Instalațiile interioare cu racorduri subterane se pot amplasa la distanțe nenormate  $D_n$  sau în încăperi alipite A

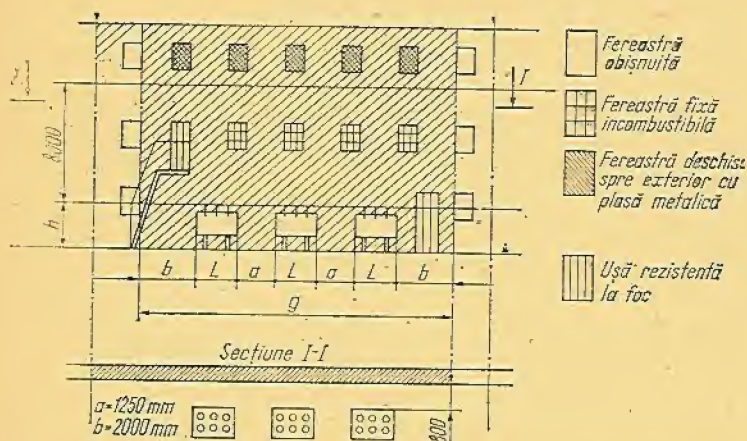


Fig. 10.5. Distanțe minime și condiții de amplasare a transformatoarelor lângă clădiri.



sau înglobate I față de construcțiile de gradul I, II, III rezistență la foc în următoarele condiții:

| Destinația | Construcția vecină |                     | Amplasarea              | Condițiile puse instalației electrice      |
|------------|--------------------|---------------------|-------------------------|--|
|            | Categoria          | Gradul              |                         |  |
| Industria  | A, B<br>C, D, E    | I, II<br>I, II, III | $D_n, A$<br>$D_n, A, I$ | Să servească numai construcția respectivă  |
| Civilă     | —                  | I, II, III          | $D_n, A, I$             | Max. două PT $\times 2 \times$<br>1000 kVA |

**Condiții particulare.** Pentru instalațiile exterioare:

— Respectarea măsurilor corespunzătoare impuse zonelor poluate (v. § 1.3.6);

— Distanțe minime față de copacii vecini egale cu înălțimea lor posibilă (este vorba de copaci mai înalți de 4 m);

— Respectarea directivelor de defrișare a pădurilor.

Pentru instalații interioare:

— De regulă nepermisă, amplasarea în/sub încăperi umede, în încăperi agresive chimic, cu praf, cu temperaturi ridicate sau cu pericol de incendiu sau explozie decât dacă: e necesară tehnologic, echipamentele satisfac și se iau măsuri corespunzătoare de protecție; interzis în zonele de lucru ale utilajelor de ridicat și transportat;

— În spațiile de producție neelectrică, utilajele vor fi de tip închis, și recomandabil îngrădite;

— În aceeași încăpere se pot monta instalații de tensiuni diferite, dacă sînt exploatate de același consumator;

— În hale D, E — I, II sau pe acoperișul lor se pot instala posturi trafo libere dacă: servesc numai procesul tehnologic din hală și procesele tehnologice auxiliare acestuia, uleiul dintr-un post nu depășește 3 t, iar pe hală 10 t (nelimitat pentru transformatoarele utilajelor), distanța dintre posturi este peste 20 m, fiecare post are colector de ulei (pentru gradul III rezistență la foc, trafo trebuie închis în cabină zidită);

— Se admite amplasarea la etajul I a trafo în ulei pînă la 1000 kVA inclusiv, dacă se asigură: transportul lor numai prin interiorul clădirii, colectarea a 25% din cantitatea de ulei și evacuarea întregii cantități în caz de avarie.

### 10.2.2. Construcțiile aferente instalațiilor interioare

**Condiții generale.** Încăperile se execută din materiale încombustibile, gradul I, II rezistență la foc.

Limite de rezistență la foc:

- Încăperi la distanțe normate, conținând: echipamente cu maximum 60 kg ulei/cuvă — 0,25 h; idem peste 60 kg ulei/cuvă cu colectare prin prag sau depozit de materiale combustibile — 4 h în pereți, 3 h planșee; echipamente cu peste 60 kg ulei/cuvă cu colector și posturi trafo independente — 1 h;

- Încăperi la distanțe nenormate, alipite sau înglobate (exceptând amplasarea liberă în hală — v. § 10.2.1): pereții de pe laturile respective (obligatoriu fără deschideri, admis numai uși de comunicație) — 3 h când conțin sub 10 t ulei și 4 h când conțin mai mult; acoperișurile și planșeele (fără goluri; admis numai pentru ventilație naturală, dacă clădirile vecine sînt de gradul I, II rezistență la foc, iar pereții despărțitori depășesc cu 0,6 m gabaritul încăperii EE) — 1,5 h.

Interzis denivelări sau praguri pe culoare sau coridoare precum și trecerea conductelor de fluide prin încăperile EE' (excepție cele pentru încălzirea încăperilor respective, însă fără flanșe, ventile sau alte armături).

Ușile spre exterior sau încăperi cu altă destinație se vor deschide în afară și vor avea broască cu închidere automată și deschidere din interior fără cheie; trapele încăperilor subterane vor avea grătar de protecție, care să poată fi ridicate la ieșire prin împingere. Între două încăperi EE, deschiderea va fi spre partea cu tensiunea inferioară sau, la tensiuni egale, în ambele părți. Materialul ușilor va fi incombustibil, dimensionat numai la rezistență mecanică, cu excepția celui aferent ușilor dintre încăperile cu peste 60 kg ulei/cuvă precum și celor din pereții de pe laturile distanțelor nenormate (v. mai sus), care vor avea o rezistență la foc de minimum 1,5 h.

Protecția împotriva factorilor de mediu nefavorabili: etanșări contra pătrunderii prafului, agenților corosivi și apelor subterane; materiale rezistente și acoperiri de protecție corespunzătoare.



Iluminatul natural nu este obligatoriu. Luminatoarele sînt interzise; ferestrele de la parter — la unitățile neîngrădite — vor fi cu sticlă armată sau dale (la posturile trafo rurale sînt interzise).

Ventilația va fi de regulă naturală. Climatul interior:  $-5 \dots +45^{\circ}\text{C}$  (minimă  $+16^{\circ}\text{C}$  în încăperile cu personal permanent) și umiditatea  $70 \dots 100\%$ ; dacă este nevoie, se climatizează.

În încăperile cu aparate de IT sau transformatoare, cu acces direct din exterior, se prevăd îngrădiri de protecție (v. § 10.3.1).

Categoriile de pericol de incendiu ale spațiilor de amplasare a echipamentelor electrice (PE 009/81): camera de comandă și cabinele de relee aferente — D; cabinele trafo și ale bobinelor de reactanță în ulei — C; idem, uscate — D; încăperile instalațiilor de distribuție cu peste 60 kg ulei/cuvă — C; idem, sub 60 kg ulei/cuvă — D; încăperea bateriei de acumulatori — D pentru  $U_n \leq 48 \text{ V}$  și  $P_{inc} \leq 2 \text{ kW}$  sau mai mari dacă s-au luat măsuri de evitarea acumulărilor de hidrogen (v. § 17.1.1.), A — în celelalte cazuri; stația de aer comprimat (compresoare) pentru acționarea aparatelor — E; gospodăria de cabluri din interiorul sau exteriorul clădirilor (poduri de cabluri, puțuri, tuneluri, canale etc.) — C; compartimente care conțin cabluri cu circulație în ulei — C; zona transformatoarelor de putere și a bobinelor de reactanță în ulei, montate în exterior (5 m în jur sau pînă la zidul de protecție antifoc) — C; posturi trafo cu ulei în cabine metalice — C; idem, uscate — D.

**Condiții particulare.** Cabina transformatorului va avea următoarele dimensiuni minime, în mm:

| $S_T$ , kVA | $L, B, H$   | $a$  | $b$ | $c$  | $d$ | $H_v$                                    |
|-------------|-------------|------|-----|------|-----|--|
| $< 400$     | Gabaritul   | 600  | 300 | 520  | 250 | Fig. 10.6, b<br>pentru toate<br>cazurile |
| 400; 630    | transfor-   | 800  | 500 | 670  | 250 |  |
| 1000        | matorului   | 800  | 500 | 820  | 250 | * Conform<br>prospect                    |
| 1600        | (v. 6.1.3.) | 1000 | 600 | 820  | 250 |  |
| $> 1600$    |             | 1000 | 600 | v. * | 250 |  |

(excepție: posturile prefabricate n-au acces pentru personal în compartimentul trafo, iar încăperile comune pentru



distribuție și trafa pînă la 630 kVA nu au normate distanțele  $b$ ,  $d$ ).

Într-o încăpăre se pot instala: un transformator de orice putere, două trafa cu aceeași destinație de maximum 1 000 kVA fiecare, împreună cu aparatele de comutație primară de MT respective sau de maximum 630 kVA fiecare, împreună cu instalația de distribuție de MT și IT de cel mai simplu tip. În cazul destinației comune a încăperii, dispunerea echipamentului va trebui să-i asigure carac-

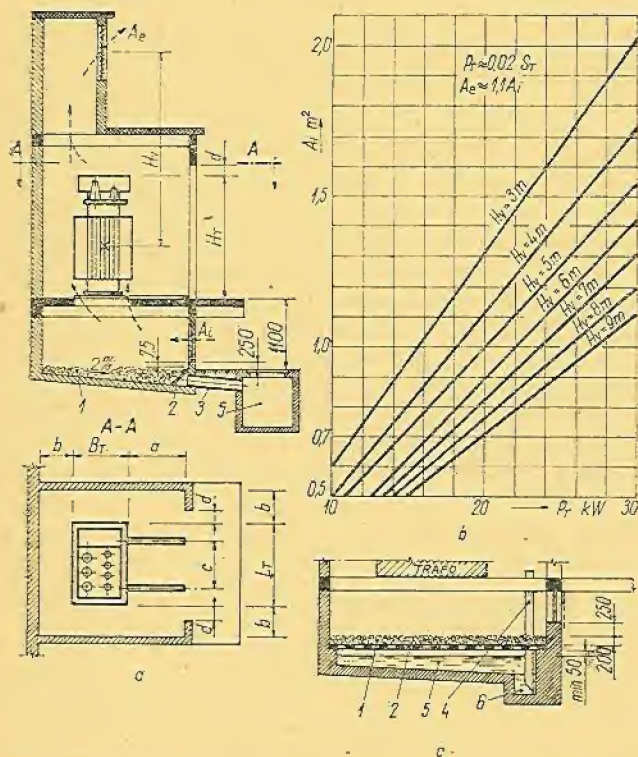
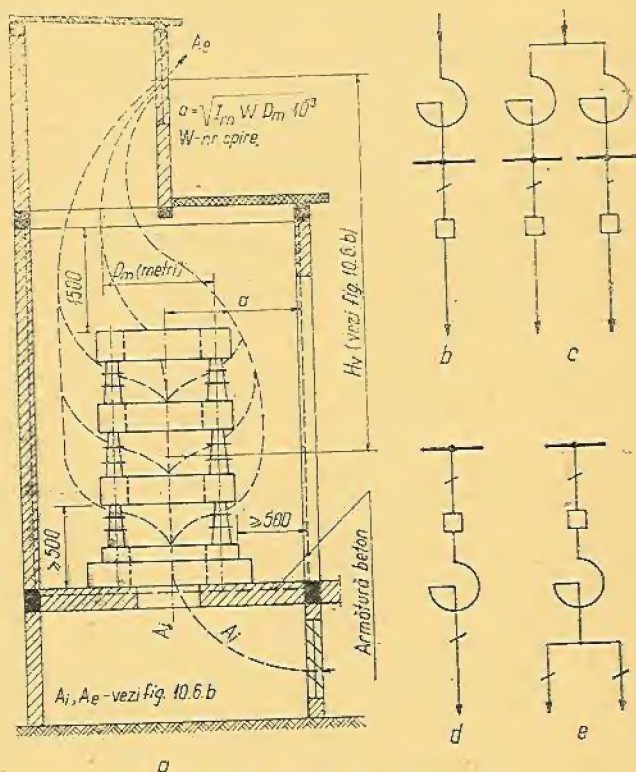


Fig. 10.6. Boxe pentru montarea transformatoarelor de putere în ulei:

$a$  — cote minime;  $b$  — determinarea circuitului de ventilație ( $A_{i\text{pr}}$  — ferestre de intrare, ieșire;  $H_r$  — înălțimea dintre centrele ferestrelor);  $c$  — colector de ulei (1 — piatră spartă 4...6 cm; 2 — grătar; 3 — țevă de scurgere  $\varnothing$  20 cm; 4 — țevă pentru pompă normală; 5 — colector de ulei; 6 — bașă 20×20×20 cm).

teristicile de funcționare, transportul, manipularea, repararea și supravegherea fără pericol și fără perturbarea circuitelor vecine, dacă nu se admite separarea de lucru prin scoaterea de sub tensiune a întregii instalații.

Accesul în încăpăre: de regulă din exterior, dar admis și din subsolul sau demisolul clădirii printr-o încăpăre tampon (neobligatorie la transformatoarele uscate); la trafa cu ulei obligatoriu o ieșire spre exterior sau spre o încăpăre categoria E, rezistentă la foc.



a

Fig. 10.7. Bobine de reactanță:

a — montaj scheme bobină; electrice; b — montaj pe intrare; c — idem, cu bobină jumelată, c — montaj pe plecare; d — idem, pe plecări jumelate.

Încăperea va avea sistem de ventilație independent, care să asigure  $\theta_e - \theta_i = 15^\circ\text{C}$ . Spre exterior, deschiderile de ventilație vor fi la minimum 25 cm de sol și vor avea jaluzele și plase metalice cu ochiuri de maximum  $8 \times 8$  mm; dacă deasupra lor sau a ușilor există ferestre, se va prevedea pe toată lățimea cabinei o copertină lată de 70 cm, rezistentă la foc.

Colectarea uleiului la trafo cu ulei: sub 600 kg ulei/cuvă, prin prag rezistent la foc; peste 600 kg ulei/cuvă, prin colector sub trafo fie pentru întreaga cantitate, fie pentru minim 20% cu evacuare într-un rezervor prin țevi  $\varnothing = 200$  mm cu grătar de protecție la intrare. Colectorul va avea un stingător de flacără (strat de piatră spartă de 4 ... 6 cm mărime, gros de 20 cm, susținut de un grătar cu laturile în plan egale cu ale transformatorului) așezat deasupra gropii de colectare; aceasta va avea fundul înclinat 2% spre o bașă  $20 \times 20 \times 20$  cm (v. detalii de execuție în fig. 10.6, c).

*Boxele bobinelor de reactanță în beton* (uscate) trebuie să asigure distanțele minime dintre reactor și armătura construcției pentru limitarea influenței câmpului magnetic (v. fig. 10.7), precum și posibilitatea montării barelor și dispozitivelor de manipulare a fazelor bobinei, și deservirii ușoare.

Ventilația va fi naturală, la nevoie mecanică cu semnalizare. Gurile de ventilație vor fi protejate ca și la transformatoare.

*Încăperea de distribuție de MT* va avea următoarele dimensiuni minime (fig. 10.8):  $a = 250$  mm;  $b_1 = 1000$  mm;  $b_2 = 1200$  mm;  $b_3 = 700$  mm;  $b_4 = 600$  mm. Lățimea culoarelor ( $b_1, b_2, b_3$ ) poate fi mărită când  $L > 10$  m,  $I_k'' > 15$  kA și instalațiile sînt de tip deschis. Înălțimea liberă a culoarelor — 1,9 m (v. și fig. 10.9, m).

Accese: din exterior; din altă încăpere EE; dintr-o încăpere de producție D, E — I, II, III; din coridoarele anexelor TSA care nu-s căi de evacuare. Numărul de uși: în suprateran, una când  $L \leq 10$  m, minim 2 când  $L > 10$  m, astfel dispuse ca drumul maxim dintre o ușă și cel mai depărtat loc deservit să nu depășească 30 m; în subteran una, când cel mai depărtat punct deservit este la maximum



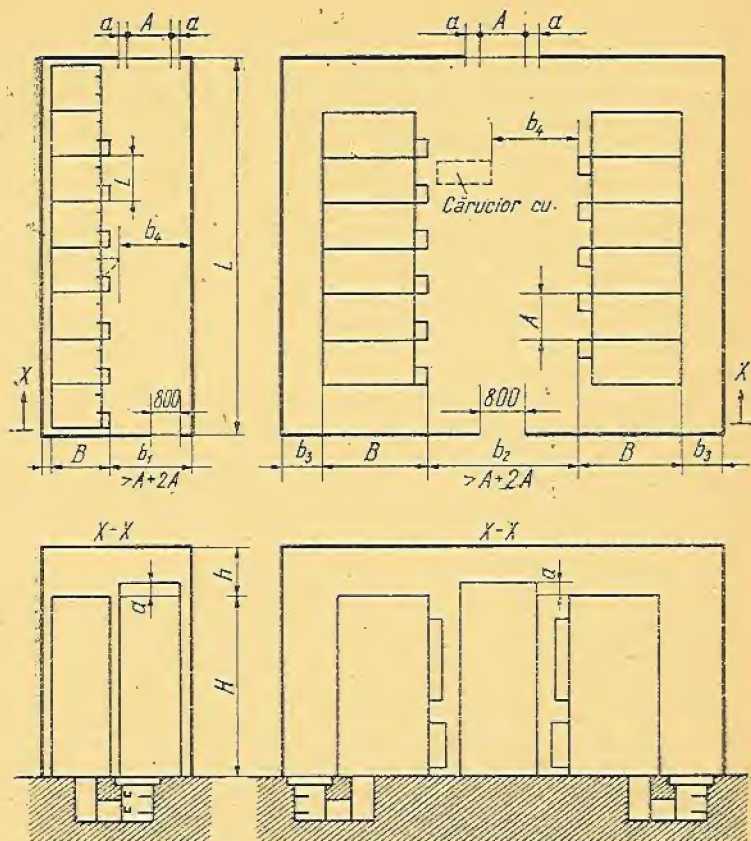


Fig. 10.8. Cote minime de dimensionare a încăperilor de conexiuni, distribuție și comandă (după caz, echiparea se face cu celule de TM, panouri sau dulapuri pentru tablouri electrice).

12 m de ușă, iar celulele sînt de tip închis (în caz contrar, cel puțin două).

La același consumator se admite montarea în aceeași încăpere a distribuției de MT și JT; se recomandă însă încăperi separate.

Între secțiile de bare aferente alimentării normale și celei de rezervă pentru receptoarele de categoria O (inclusiv

motoarele pompelor de incendiu cu acest statut) și pentru mai mult de 30 celule de tip deschis, se prevăd pereți transversali de separare cu limita de rezistență la foc de 1 h. Fiecare compartiment rezultat va avea ventilație separată; scoaterea și introducerea aerului poate fi comună, dar ramificațiile la compartimente vor avea clapete antifoc, fiecare grup de ventilare va avea jaluzele de suprapresiune, iar în caz de semnalizare incendiu se va opri.

Delimitarea spațiilor exploatate de unități diferite poate fi făcută prin îngrădiri de cel mai simplu tip (de exemplu, cordon PVC).

Canalele de cabluri din încăpere vor fi acoperite cu plăci ușor demontabile din metal sau beton armat, stabile și așezate la același nivel.

*Încăperea instalației de distribuție de JT* va avea dimensiunile minime (fig. 10.8):  $a = 250$  mm,  $b_1 = b_2 = 1000$  mm,  $b_3 = 800$  mm, înălțimea liberă a culoarelor de servire 1,9 m (până la conductoarele neizolate sub tensiune nu va putea fi însă sub 2500 mm, fără plasă de protecție dedesubt montată la 1,9 m — v. și fig. 10.9, n).

Accesele la culoarele de servire: unul, când  $L \leq 7$  m sau când  $b_{1,2} > 3$  m. Ușile (v. condiții generale) vor avea minimum  $1,9 \times 0,75$  m pentru circulație și cotele arătate în fig. 10.8 pentru introducerea și scoaterea echipamentelor.

Alte condiții — v. încăperile de distribuție pe MT.

*Camera de comandă* se prevede la stațiile cu personal permanent. Dimensiunile trebuie să asigure spațiile necesare montării tablourilor și culoarele de servire ca în instalațiile de distribuție, avându-se în vedere și distanțele necesare observării de ansamblu a panourilor cu semnalizări și aparate de măsurat.

**Notă.** Pentru încăperile instalațiilor de condensatoare statice și de acumulate, care pot intra în componerea instalațiilor de conexiuni și transformare v. § 13.2, respectiv § 17.1.

### 10.2.3. Construcții aferente instalațiilor exterioare

Perimetrul amplasamentului se împrejmuește cu gard înalt de 2 m, din materiale incombustibile: plasă sîrmă beton etc. (în interiorul acestui perimetru nu se fac

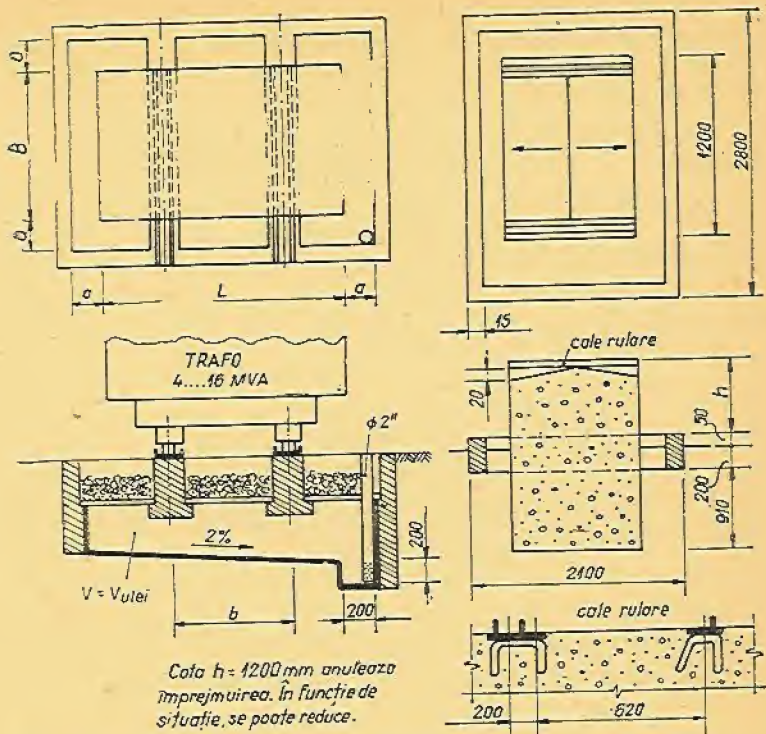


Fig. 10.9. Fundații și colectoare de ulei la montarea transformatoarelor în exterior.

îngrădiri între beneficiari diferiți). Porțile de acces se încuie.

Drumul de acces pentru autovehicule pentru transportul transformatoarelor va avea o singură bandă de circulație pînă la locul descărcării; dacă depășesc 50 m, se vor termina cu platformă sau triunghi de întoarcere.

Accesul pompierilor va fi asigurat pînă la minimum 200 m de instalațiile pasibile de incendiu.

Drumurile interioare trebuie să asigure circulația și transporturile de echipamente, dar nu vor avea sub 1,2 m lățime și 2 m înălțime.



Transformatoarele cu ulei și aparate montate la sol vor fi prevăzute dedesubt cu colectoare de ulei care vor depăși în plan, pe toate laturile gabaritul aparatului cu 0,6 m/  $\leq 2\,000$  kg ulei sau 1 m/  $> 2\,000$  kg ulei — v. fig. 10.9.

Transformatoarele pe stâlpi vor fi la minim 4,5 m cu o platformă cu balustradă la minimum 3,5 m.

Construcțiile de susținerea echipamentelor normal sînt tipizate și se aleg la solicitările statice și dinamice datorate echipamentelor, efectelor electrodinamice în regim normal și de scurtcircuit (ultimul considerat într-un singur circuit) și condițiilor de montaj (oameni, scule, dispozitive etc.)

#### 10.2.4. *Instalații aferente și dotări*

**Instalația de iluminat.** Se prevede iluminat normal în toate încăperile și în incinta instalațiilor exterioare și iluminat de avarie (v. § 12.1.1) în încăperile cu echipament electric în funcțiune; în camera de comandă se vor prevedea în plus două corpuri de iluminat cu lămpi cu incandescență conectate prin siguranțe direct la barele de c.c. (fără întreruptor), care vor funcționa permanent.

Nivelurile de iluminare normate (PE 136/80): boxe trafo și bobine reactanță — 30 ... 75 lx; săli conexiuni — 75 ... 150 lx; cameră comandă — 300 lx la control operativ, 150 lx în camera panourilor; poduri de cabluri — 20 lx; camera acumulatorilor — 30 lx; stații exterioare — 3 lx.

Amplasarea corpurilor de iluminat va ține seama de distanțele de protecție cerute (v. § 10.3.1) și că lucrările ce se execută la ele în zonele de circulație să nu necesite măsuri speciale de protecție pînă la 2,5 m deasupra solului în exterior și 2,3 m deasupra pardoselii în interior. Liniile aeriene exterioare de iluminat nu se vor monta deasupra și sub părțile sub tensiune ale instalației.

**Instalații de telecomunicații.** Instalațiile cu personal permanent vor fi prevăzute cu instalațiile Tc existente la consumator (telefon, difuzor radioficare, ceas). Încăperile de categoria C și în special subsolurile de cabluri vor fi prevăzute cu avertizoare de semnalizarea incendiilor.

**Instalații sanitare și de încălzire.** În stațiile cu personal permanent se prevăd instalații pentru apă de băut, spălat și WC. Instalații de încălzit se prevăd în camera de comandă și încăperea acumulatorilor.

**Instalații și dotări pentru stingerea incendiilor.** Se prevăd:

— instalații fixe cu apă pulverizată pentru stingerea eventualelor incendii la transformatoarele cu ulei mai mari de 40 MVA;

— hidranți, când sînt poduri sau subsoluri de cabluri sau încăperi de categoria D mai mari de 4 000 m<sup>3</sup> sau C mai mari de 1 500 m<sup>3</sup>;

— dotări cu materiale tehnice și produse inițiale pentru combaterea incendiilor conform PE 009/81 (notăm: S<sub>1</sub> — stingător de incendiu portabil cu spumă chimică; S<sub>2</sub> — idem, cu CO<sub>2</sub>; S<sub>3</sub> — idem, cu CO<sub>2</sub> și praf; S<sub>4</sub> — stingător de incendiu carosabil cu spumă chimică; L<sub>1</sub> — ladă cu nisip de 0,5 m<sup>3</sup> și 2 lopeți; L<sub>2</sub> — idem, de 1 m<sup>3</sup>; D — panou de incendiu tip D): camera de comandă — 2S<sub>2</sub> + 2S<sub>3</sub>; pod sau subsol de cabluri (la fiecare 50 m<sup>2</sup>) — 1S<sub>2</sub> + 1S<sub>3</sub> + 1L<sub>1</sub>; săli de conexiuni de JT, MT, IT — 2S<sub>1</sub> + 1S<sub>4</sub> la 110 kV + 1 ÷ 2S<sub>2</sub> + 1 ÷ 2S<sub>3</sub> + 2L<sub>1</sub>; trafo pînă la 16 MVA (pe trafo) — 1S<sub>1</sub> + 1L<sub>1</sub>; trafo 16 ... 40 MVA — 2S<sub>1</sub>/trafo + 1S<sub>3</sub>/trafo + 1S<sub>4</sub>/stație + 1L<sub>2</sub>/trafo; trafo peste 40 MVA — (pe trafo) — 2S<sub>1</sub> + 1S<sub>4</sub> + 1L<sub>2</sub>; post trafo PT sau punct alimentare PA — 1S<sub>1</sub>/PA + 1S<sub>2</sub>/PT, PA ÷ 1S<sub>3</sub>/PT, PA; boxă bobină reactanță — 1S<sub>1</sub>/50 m<sup>2</sup> + 2S<sub>2</sub>/50 m<sup>2</sup> + 1L<sub>2</sub>/boxă; încăpere acumulatori — 1S<sub>1</sub> + 1S<sub>2</sub>; stații exterioare — 1S<sub>1</sub>/2 celule + 1S<sub>3</sub>/2 celule + 1D/stație; bobine de stingere în exterior sau în boxă: 1S<sub>1</sub>/bobină + 1S<sub>2</sub>/bobină + 1L<sub>1</sub>/boxă.

### 10.3. Echiparea electrică

#### 10.3.1. Distanțe minime de izolare în aer și de protecție

| Cazuri posibile considerate | Fig. 10.10 |      | Distanțe minime, mm, la $U_n$ , kV: |   |    |    |    |     |
|-----------------------------|------------|------|-------------------------------------|---|----|----|----|-----|
|                             | fig.       | cota | 1                                   | 6 | 10 | 20 | 35 | 110 |
| 1                           | 2          | 3    | 4                                   | 5 | 6  | 7  | 8  | 9   |

#### Distanțe minime de izolare în aer

|   |          |          |     |     |     |     |     |      |
|---|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Instalații interioare,<br>unde: $A = 1,1A_{0i}$ | $a$      | $A_{0i}$ | 15  | 90  | 120 | 180 | 290 | 900  |
|   | $a$      | $A$      | 15  | 100 | 130 | 200 | 320 | 1000 |
| $A \leq A_2 = A_{0e}/2$                         | $b^{5'}$ | $A_2$    | 15  | 100 | 100 | 150 | 200 | 450  |
| Instalații exterioare,<br>unde: $A = 1,1A_{0e}$ | $a$      | $A_{0e}$ | 200 | 200 | 200 | 300 | 400 | 900  |
|   | $a$      | $A$      | 220 | 220 | 220 | 330 | 440 | 1000 |
| $200 \leq A_1 = U_n/0,15$                       | $b$      | $A_1$    | 200 | 200 | 200 | 200 | 250 | 750  |
| $200 \leq A_2 = A_{0e}/2$                       | $b$      | $A_2$    | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 450  |

#### Distanțe minime de protecție

|  |            |       |      |      |      |      |       |      |
|--|------------|-------|------|------|------|------|-------|------|
| Instalații interioare,<br>unde: $B_1 = A_{0i} + 30$  | $i, n$     | $B_1$ | 50   | 120  | 150  | 210  | 320   | 930  |
|  | $j, n$     | $B_2$ | 100  | 190  | 220  | 280  | 390   | 1000 |
| $B_2 = A_{0i} + 100$   | $k, n$     | $B_3$ | 200  | 840  | 870  | 930  | 1050  | 1630 |
| $B_3 = A_{0i} + 750$   | $i \div k$ |       |      |      |      |      |       |      |
| $C = A_{0i} + 2500$  | $m, n$     | $C$   | 2500 | 2600 | 2650 | 2700 | 28000 | 3400 |
| $D = A_{0i} + 1250$  | $h$        | $D$   | —    | 1350 | 1400 | 1450 | 1550  | 2150 |
| $E = A_{0i} + 600$   | $m$        | $E$   | —    | 690  | 720  | 780  | 890   | 1500 |
|  | $h^{5'}$   | $H$   | —    | 4500 | 4500 | 4750 | 4750  | 5500 |
| Instalații exterioare,<br>unde: $B_1, B_2, B_3, C, D,$<br>$E$ — aceleași relații de<br>sus înlocuindu-se $A_{0i}$<br>cu $A_{0e}$ ; | $c$        | $B_1$ | —    | 230  | 230  | 330  | 430   | 230  |
|  | $c, g$     | $B_2$ | —    | 300  | 300  | 400  | 500   | 1100 |
|  | $c$        | $B_3$ | —    | 950  | 950  | 1050 | 1150  | 1650 |
|  | $d \div g$ | $C$   | —    | 2700 | 2700 | 2800 | 2900  | 3400 |
|  | $efh$      | $D$   | —    | 1450 | 1450 | 1550 | 1650  | 2150 |
| $500 \leq F = A$   | $d \div g$ | $E$   | —    | 800  | 800  | 900  | 1000  | 1500 |
| $G = A_{0e} + 1500$  | $g$        | $F$   | —    | 500  | 500  | 500  | 500   | 900  |

Notă. 1. Distanțele de izolare în aer se referă la distanțele dintre conductoarele neizolate sub tensiune și dintre acestea și pământ sau părți în legătură cu pământul; cele de protecție, la distanțele de protecție contra atingerilor directe (v. § 15.1.1).



## 2. Pentru ambele categorii de instalații:

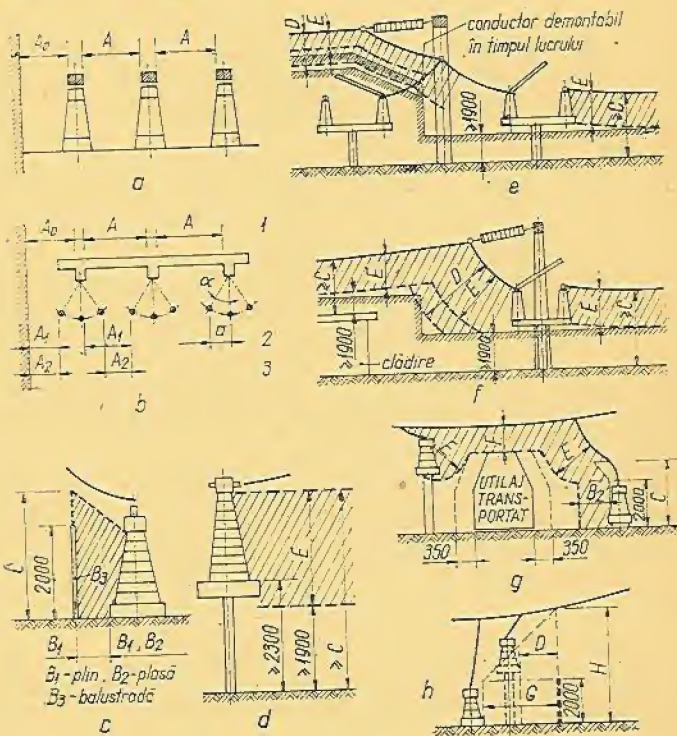
● La altitudini de 1000 ... 3000 m distanțele de izolare se măresc cu 25%; la instalațiile vecine de tensiuni diferite  $A_0$  se mărează cu 20% iar celelalte distanțe  $A$  și  $B$  se calculează corespunzător cu relațiile date în tabel;

● Izolatoarele pot pătrunde parțial sau total în domeniul de protecție, dacă se asigură contra atingerii cu îngrădiri (fig. 10.10.1);

● La montajul conductoarelor izolate peste înălțimea  $C$  și al izolatoarelor cu soclul la minimum 2300 mm de pământ nu mai sînt necesare izolatoare; distanțele  $D$  pot fi reduse la  $E$  cînd: elementele sub tensiune sau izolate de pământ se găsesc deasupra domeniului permis de lucru (fig. 10.10. d, n), se lucrează cu scule ușoare de mîină, pătrunderea în domeniul de protecție se face numai cu mîinile, fără deplasarea corpului.

## 3. Pentru instalațiile interioare:

— La instalații prefabricate, supuse de furnizor încercărilor și probelor corespunzătoare, distanțele nu se normează;



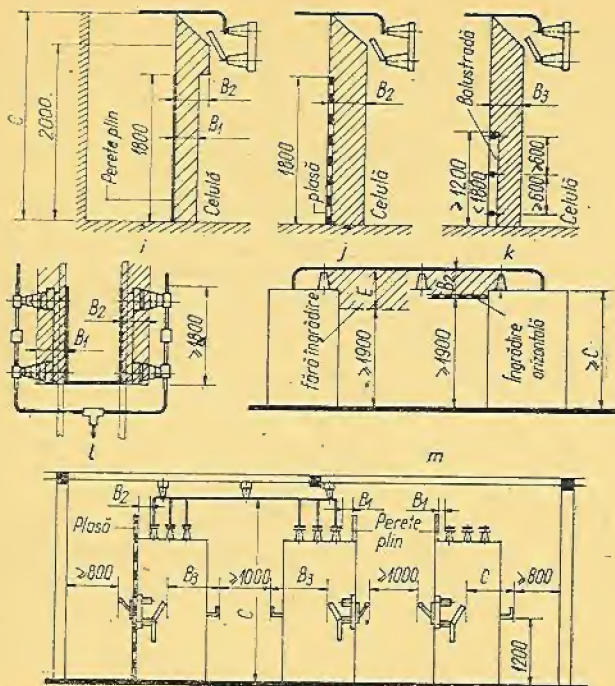


Fig. 10.10. Distanțe minime de izolare în aer și de protecție (se consultă cu § 10.3.1; la fig. b conductoarele se consideră:

1 — în echilibru stabil; 2 — deviate de vânt; 3 — balans la încetarea scurtcircuitului.)

— Pereții, ușile și îngrădirile de protecție se fac din materiale incombustibile, rigide, rezistente mecanic (tablă OL cu  $g \geq 2$  mm, plasă cu ochiuri sub  $20 \times 20$  mm) și se fixează bine; balustradele se fac din bare sau țevi; dimensiuni în fig. 10.10. i.

— Ușile îngrădirilor de protecție se închid cu cheie sau se fixează astfel ca să nu poată fi scoase decât cu scule speciale;

— Trecherile interior-exterior ale circuitelor electrice vor respecta corespunzător distanțele de interior sau exterior.

#### 4. Pentru instalațiile exterioare:

— Deplasarea conductoarelor sub acțiunea vântului (fig. 10.10, b) este dată de relația

$$a = f \sin \alpha, \quad \text{unde } \alpha = \arctg p/q,$$

$f$  fiind săgeata conductorului la  $+15^\circ\text{C}$  în punctul de apropiere,  $p$  — greutatea conductorului în daN/m,  $q$  — forța unitară pe conductor dată de vânt în daN/m (60% din valoarea maximă luată în considerare la calculul mecanic al liniei);

• Cind distanțele dintre bornele aparatelor nu respectă cota  $A$  se vor respecta cotele date de furnizor;

• Măsurarea distanțelor de protecție se face ținând seama de eventuala deplasare a conductoarelor în timpul lucrului;

• Condițiile din fig. 10.10,  $e$  nu se referă la circuitele care intră în clădire și nici la cabinele circuitelor secundare, servicii interne și instalații auxiliare montate în spațiul de producție electrică, față de care se pot lua distanțe reduse pînă la cele de izolare, cu măsurile corespunzătoare de protecție;

• Cind înălțimea îngrădirii de protecție este de minimum 2 m, se admit în domeniul de protecție părți izolate ale instalației dacă se respectă distanța  $D$  (fig. 10.10,  $h$ ).

5.  $b$  — pentru cazuri cind se instalează conductoare flexibile în încăperi;  $H$  — înălțimea de montaj a izolatoarelor de trecere.

### 10.3.2. Alegerea transformatoarelor

Se stabilește zona care va fi alimentată din postul de transformare respectiv, astfel ca lungimea rețelelor de distribuție să fie cît mai scurtă, după care:

• Se determină puterile active și reactive maxime cerute și consumul anual de energie prin metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare (v. § 9.4.1) precum și factorul de putere natural, puterea aparentă corespunzătoare  $S_{cM}$  și timpul de utilizare a puterii maxime pe an;

• Funcție de  $T_{uM}$  se determină coeficientul de încărcare economică optimă a transformatoarelor  $k_{i0}$  din următorul tabel (PE 145/85):

| $T_{uM}$ , h/an        | $\leq 2000$          | 3000                  | 4000                 | 500                   | 6000                 | 7000                  |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| $k_{i0M} \div k_{i0m}$ | $0,6 \div \div 0,96$ | $0,55 \div \div 0,88$ | $0,50 \div \div 0,8$ | $0,45 \div \div 0,72$ | $0,4 \div \div 0,64$ | $0,35 \div \div 0,56$ |
| $k_{teM} \div k_{teM}$ | $0,50 \div 1,00$     |                       | $0,45 \div \div 0,9$ | $0,40 \div \div 0,80$ | $0,35 \div \div 0,7$ | $0,39 \div \div 0,60$ |

• Se determină puterea corespunzătoare necesară a transformatoarelor la încărcarea economică optimă:

$$S_{T0}^* = S_{cM} / k_{i0} = n \cdot S_T, \quad (10.1)$$

unde:  $n$  este numărul de transformatoare și  $S_T$  puterea nominală a unui transformator (produsul  $n S_T$  se ia cel



mai apropiat de  $S_{T0}$ , ținând seama de scara puterilor nominale ale transformatoarelor produse — v. și exemplul 10.1);

- Se estimează pierderile de putere activă (numeric, aproximativ  $0,02 S_T$  pentru un trafo) și cele de putere reactivă (numeric, aproximativ  $0,1 S_T$  pentru un trafo) în transformatoare, precum și pierderile de energie corespunzătoare (aproximativ  $0,7 P_T T_{uM}$ ) și se stabilesc noile puteri active și reactive totale cerute;

- În cazul în care compensarea energiei reactive pentru îmbunătățirea factorului de putere se face la postul de transformare (caz obișnuit la consumatorii industriali), se determină puterea bateriei de condensatoare necesare (v. § 13.3); se calculează pierderile de putere corespunzătoare (numeric, circa  $0,03 Q_b$ ) și energia consumată pe an de condensatoare (circa  $0,7 P_q T_{uM}$ ) care se însumează la valorile pe post;

- Se verifică încărcarea efectivă a transformatoarelor  $k_{ief}$  care trebuie să satisfacă relația:

$$k_{ief} = P_{cM} / \cos \varphi_i n S_T \leq k_{iM}. \quad (10.2)$$

Notă. În maximum un an după ce încărcarea anuală maximă a unui transformator aflat în exploatare scade sub  $k_{iem}$  sau atinge  $k_{iem}$ , transformatorul se înlocuiește cu altul a cărui putere trebuie să satisfacă  $k_{i0}$  (v. tabelul de sus și exemplul de calcul 10.2)

**Exemplul de calcul 10.1.** Să se aleagă transformatoarele și condensatoarele din postul de transformare pentru atelierul din exemplul 9.2, știind că receptoarele au  $U_n = 380/220$  V și că factorul de putere îmbunătățit se cere 0,95.

Datele de consum rezultate din exemplul 9.2 sînt trecute în tabelul de mai jos — rîndul 1.

Numărul și puterea transformatoarelor necesare:

$$S_{cM} = 990 / 0,95 = 1042 \text{ kVA};$$

$$k_{t0} = 0,565 \dots 0,904 \text{ pentru } T_{uM} = 2686 \text{ h/an};$$

$$S_{T0} = 1042 / (0,904 \dots 0,565) = 1152 \dots 1844 \text{ kVA}$$

— Se aleg  $2 \times 630$  kVA.

Se completează rîndul 2 din tabel cu pierderile în trafo și se totalizează în rîndul 3 noile date de consum.

Bateria de condensatoare:

$$Q_b = 1002(0,91 - 0,33) = 580 \text{ kvar}.$$

Se completează rîndul 4 din tabel cu puterea reactivă compensată și cu pierderile de putere și energie active datorite condensatoarelor, se totalizează rezultatele în rîndul 5 al tabelului și se verifică încărcarea efectivă a transformatoarelor:

$$k_{ief} = 1014 / (0,95 \cdot 2.630) = 0,847 > 0,904.$$

| Nr. crt. | $P_i$ ,<br>kW  | $k_c$ | $\cos \varphi$ | $\operatorname{tg} \varphi$ | $P_{cM}$ ,<br>kW | $Q_{cM}$ ,<br>kvar | $T_{uM}$ ,<br>h/an | $W_a$ ,<br>MWh/an |      |
|----------|----------------|-------|----------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------|
| 1        | 2755           | 0,36  | 0,78           | 0,80                        | 990              | 790                | 2686               | 2660              |      |
| 2        | Pierderi trafo |       |                |                             | 12               | 125                | 2686               | 22                |      |
| 3        | Total calcul   |       |                | 0,74                        | 0,91             | 1002               | 915                | 2686              | 2682 |
| 4        | Condensatoare  |       |                |                             | 12               | -580               | 2686               | 22                |      |
| 5        | 2755           | 0,368 | 0,95           | 0,33                        | 1014             | 335                | 2686               | 2704              |      |

Exemplul de calcul 10.2. Atelierul din exemplul 10.1 a fost modernizat, obținindu-se  $S_{cM} = 1200$  kVA,  $T_{uM} = 3000$  h/an. Trebuie schimbate transformatoarele din postul trafo?

Încărcarea transformatoarelor în noua situație:

$$k_{ief} = 1200 / 2 \cdot 630 = 0,89 < 1,00.$$

Transformatoarele pot fi menținute în continuare; se vor schimba după cel mult un an după ce au atins încărcarea de 100%.

### 10.3.2. Alegerea bobinelor de reactanță

Bobinele de reactanță se montează în stațiile de conexiuni de 6 și 10 kV, cînd este nevoie să se limiteze curentul de scurtcircuit sub valoarea admisă de echipamentul electric și implicit să se mențină în amonte pe timpul scurtcircuitului la valoarea minimă admisă ( $0,7 U_n$ ). Scheme de montaj în fig. 10.7.

Datele necesare alegerii bobinei de reactanță:

• Date de sistem electroenergetic:  $S_k''$  — puterea de scurtcircuit înainte de montarea reactorului;  $S_k''$  — idem, după;  $U_n$  — tensiunea nominală a rețelei unde se montează;  $I_c$  — curentul de calcul în regim permanent al circuitului pe care se montează (cînd temperatura mediului ambiant la bobină  $\theta_{amb}$  depășește  $40^\circ\text{C}$  se face corecția

$\bar{I}'_c = I_c \sqrt{(\theta_M - 40)(\theta_M - \theta_{amb})}$ , unde  $\theta_M$  este temperatura maximă admisă de bobinaj);  $\cos \varphi$  — factorul de putere al circuitului;

- Parametrii principali ai bobinei:  $U_{rn}$  — tensiunea nominală;  $I_{rn}$  — curentul nominal;  $x_r \% = 100 \sqrt{3} I_{rn} x_{rn} / U_{rn} = 100 \sqrt{3} \Delta U_f / U_{rn}$  — reactanța procentuală nominală;  $\Delta U_f \%$  — pierderea relativă de tensiune (v. jos).

Alegerea bobinei de reactanță:

- Se alege bobina pentru care

$$U_{rn} = U_n; \quad I_{rn} = I_c \text{ sau } I_{rn} = I'_c. \quad (10.3)$$

- Se determină reactanța necesară, față de care se alege reactanța nominală a bobinei:

$$\begin{aligned} x_{r \text{ nec}} &= x_s - x_{s'} = U^2 / S''_k - U^2 / S''_k, \\ x_{r \text{ nec}} \% &= 100 \sqrt{3} x_{r \text{ nec}} I_{rn} / U_{rn}, \\ x_r \% &= x_{r \text{ nec}} \% \text{ și } x_r = x_r \% x_{r \text{ nec}} / x_{r \text{ nec}} \%. \end{aligned} \quad (10.4)$$

- Se verifică alegerea pentru funcționarea în regim normal și la scurtcircuit:

$$\begin{aligned} \Delta U_f \% &= x_r I_c \sin \varphi / I_{rn} \leq 5\%, \\ S''_{kef} &= U^2 / (x_{s'} + x_r) \leq S''_k, \\ U_{rem} \% &= x_r \% I_k / I_{rn} \geq 70\%, \\ I_t \sqrt{t} &> I_m; \quad I_d > i_s, \end{aligned} \quad (10.5)$$

unde:  $U_{rem}$  este tensiunea remanentă în regim de scurtcircuit;  $I''_k$ ,  $I_m$ ,  $i_s$  — curenții de scurtcircuit corespunzători lui  $S''_{kef}$  (v. calculul în § 9.5.2),  $I_t \sqrt{t}$ ,  $I_d$  — curentul limită termic, respectiv dinamic.

Exemplul de calcul 10.3. Să se limiteze la 150 MVA puterea de scurtcircuit pe barele de 6 kV ale unei stații de primire, știind că:  $S''_k = 350$  MVA,  $I_c = 530$  A,  $\cos \varphi = 0,95$ ,  $t_{pr} = 1,5$  s,

Alegerea parametrilor reactorului:

$$U_{rn} = 6 \text{ kV}; \quad I_{rn} = 600 > 530 \text{ A};$$

$$x_{r \text{ nec}} = 6^2 / 150 - 6^2 / 350 = 0,24 - 0,102 = 0,138 \text{ } \Omega;$$

$$x_{r \text{ nec}} \% = 100 \sqrt{3} \cdot 0,138 \cdot 6 / 6 = 2,387\%;$$

$$x_r \% = 4 \geq 2,387\%; \quad x_r = 4 \cdot 0,138 / 2,387 = 0,231 \text{ } \Omega.$$



Se alege deci reactorul RB-6-600-4 cu  $I_t\sqrt{t} = 15$  kA,  $I_d = 38,25$  kA.  
Verificare:

$$\Delta U_f\% = 4 \cdot 0,312 \cdot 0,53/0,6 = 1,102 < 5\%;$$

$$S''_{k\,ef} = 6^2/(0,102 + 0,231) = 108,108 < 150 \text{ MVA};$$

$$I''_{k3} = 108,108/(1,73 \cdot 6) = 10,415 \text{ kA};$$

$$i_{\beta 3} = 2,55 \cdot 10,415 = 26,558 \text{ kA} < I_d = 38,25 \text{ kA};$$

$$I_m = 10,415\sqrt{(0 + 1)1,5} = 12,755 \text{ kA} < I_t\sqrt{t} = 15 \text{ kA};$$

$$U_{rem}\% = 4 \cdot 10,415/0,6 = 69,43 < 70\%.$$

Deoarece nu asigură  $U_{rem}$ , se alege bobina cu  $x_r\%$  imediat superioară, adică RB-6-600-5 cu  $I_t\sqrt{t} = 12$  kA și  $I_d = 30,6$  kA; deci:

$$x_r = 0,23 \cdot 15/4 = 0,289 \Omega;$$

$$S''_{k\,ef} = 6^2/(0,102 + 0,288) = 92,071 < 150 \text{ MVA};$$

$$I''_{k3} = 92,071/(1,73 \cdot 6) = 8,87 \text{ kA};$$

$$U_{rem}\% = 5 \cdot 8,87/0,6 = 73,916 > 70\%;$$

$$i_{\beta 3} = 2,55 \cdot 8,87 = 22,618 < 30,6 \text{ kA};$$

$$I_{m3} = 8,87\sqrt{(0 + 1)1,5} = 10,863 < 12 \text{ kA}$$

#### 10.3.4. Alegerea barelor și izolatoarelor

**Alegerea barelor.** *Material:* de regulă bare dreptunghiulare, mai rar rotunde, din aluminiu, excepțional din cupru (cînd: nu pot fi satisfăcute altfel solicitările la scurtcircuit se cer secțiuni mici satisfăcute numai de cupru; mediul este coroziv pentru aluminiu).

*Alegerea secțiunii* barelor se face la încărcarea maximă în regim normal de funcționare, astfel ca pentru  $s_c$

$$I_{ad} \geq I_c, \quad (10.6)$$

unde:  $I_{ad}$  este curentul maxim admis în conductor găsit în § 2.1.4.2, iar  $I_c$  este încărcarea maximă a barelor calculată conform § 9.4.1.

Verificarea la scurtcircuit. La solicitările termice:

$$s_{c\theta} = I_m / j_{sc}, \quad (10.7)$$

unde:  $I_m$  — v. relația (9.47);  $j_{sc}$  — densitatea de curent la sfârșitul scurtcircuitului, când temperatura maximă admisă în conductor este de  $200^\circ\text{C}$  — Cu și  $180^\circ\text{C}$  — Al; funcție de  $\theta_c$  — temperatura inițială a conductorului în funcțiune, dată de relația

$$\theta_c = \theta_a - (70 - \theta_a) I_c / I_{ad}, \quad (10.8)$$

unde  $\theta_a$  este temperatura aerului,  $j_{sc}$  are următoarele valori:

| $\theta_a, ^\circ\text{C}$ | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cu                         | 168 | 163 | 158 | 153 | 148 | 140 | 132 | 124 |
| Al                         | 102 | 98  | 94  | 90  | 86  | 82  | 77  | 72  |

La solicitări dinamice pentru o bară, respectiv pentru un pachet de bare:

$$\sigma = v \frac{Fl}{12W} > \sigma_{0,2}; \quad \sigma = kv \frac{Fl}{12W} + v \frac{F_b l_b}{12W_b} > 2\sigma_{0,2} \quad (10.9)$$

$$F = 2 \frac{l}{a} i_s^2 \cdot 10^{-2}; \quad F_b = 2 \frac{l_b}{a_f} \left( \frac{i_s}{n} \right)^2 \cdot 10^{-2},$$

unde:  $v$  este corecția datorată oscilațiilor conductorului la scurtcircuit egală cu 1 — c.a. și 2 — c.c.;  $k$  — corecție în cazul pachetelor de bare cu piese intermediare de distanțare și rigidizare, egală cu 0,6;  $F, F_b$  — forța electrodinamică maximă de scurtcircuit care solicită conductorul pe lungimea unei deschideri, respectiv între un punct de fixare și prima piesă intermediară, daN;  $l, l_b$  — distanța dintre două puncte vecine de fixarea barei sau pachetului de bare, respectiv între un punct de fixare și prima piesă intermediară, în cm;  $n$  — numărul de bare al pachetului;  $a$  — distanța dintre axele fazelor, cm;  $i_s$  — curentul de șoc de scurtcircuit relația (9.46);  $a_f$  — distanța fictivă dintre barele pachetului (v. jos);  $W, W_b$  — modulul de rezistență al barei sau pa-

chetului, respectiv al unei bare din pachet,  $\text{cm}^3$  (v. jos);  
 $\sigma_{0,2}$  — limita de curgere tehnică a materialului,  $\text{daN/cm}^2$   
 (v. jos); valori pentru  $a_f$ ,  $W$ ,  $W_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ :

| Fig.<br>10.11 | b,<br>cm | $a_f$ pentru înălțimea $h$ , cm: |     |     |     |     |
|---------------|----------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|               |          | 4                                | 5   | 6   | 8   | 10  |
| $d$           | 0,5      | 2,0                              | 2,4 | 2,7 | 3,3 | 4,0 |
| $d$           | 1,0      | 2,8                              | 3,1 | 3,4 | 4,1 | 4,7 |
| $e$           | 0,5      | —                                | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,2 |
| $e$           | 1,0      | 1,7                              | 1,9 | 2,0 | 2,3 | 2,7 |
| $f$           | 0,5      | —                                | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 |
| $f$           | 1,0      | 1,74                             | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,5 |

| $s_e$ , respectiv: |                    | $W$ , $W_b$ , în $\text{cm}^3$ , pentru cazurile din fig. 10.11 |       |       |       |        |       |
|--------------------|--------------------|---|-------|-------|-------|--------|-------|
| $b \times h$ , mm  | $\varnothing$ , mm | $b$   | $c$   | $d$   | $e$   | $f$    | $g$   |
| $20 \times 3$      | 6                  | 0,200   | 0,030 | —     | —     | —      | 0,022 |
| $20 \times 5$      | 8                  | 0,333   | 0,083 | —     | —     | —      | 0,050 |
| $25 \times 5$      | 10                 | 0,521   | 0,104 | —     | —     | —      | 0,100 |
| $30 \times 5$      | 12                 | 0,750   | 0,125 | —     | —     | —      | 0,170 |
| $40 \times 5$      | 14                 | 1,333   | 0,166 | —     | —     | —      | 0,270 |
| $50 \times 5$      | 16                 | 2,080   | 0,208 | 1,80  | 4,13  | —      | 0,400 |
| $60 \times 5$      | 18                 | 3,000   | 0,250 | 2,16  | 4,96  | —      | 0,580 |
| $80 \times 5$      | 20                 | 5,333   | 0,333 | 2,88  | 6,60  | —      | 0,780 |
| $100 \times 5$     | 25                 | 8,333   | 0,417 | 3,60  | 8,25  | —      | 1,560 |
| $50 \times 10$     | 30                 | 4,160   | 0,833 | 7,20  | 16,50 | 62,10  | 2,700 |
| $60 \times 10$     | 35                 | 6,000   | 1,000 | 8,54  | 19,80 | 74,52  | 4,290 |
| $80 \times 10$     | 40                 | 10,660  | 1,333 | 11,52 | 99,36 | 99,36  | 6,400 |
| $100 \times 10$    | 45                 | 16,660  | 1,666 | 14,40 | 33,00 | 124,20 | 9,130 |

| $\sigma_{0,2}$<br>pentru:<br>( $m$ , $t/2$ —<br>calitate) | Bare dreptunghiulare |       |           |       | Bare rotunde<br>din cupru |       |
|---|----------------------|-------|-----------|-------|---------------------------|-------|
|   | Cupru                |       | Aluminiiu |       | $m$                       | $t/2$ |
|   | $m$                  | $t/2$ | $m$       | $t/2$ |                           |       |
|   | 1000                 | 1400  | 400       | 700   | 1000                      | 1500  |

Notă. Pentru calcule expeditiv,  $F$  se poate determina cu ajutorul  
 nomogramei din fig. 10.11 și relația

$$F = F_s \cdot l \cdot 10^{-2}, \quad (10.10)$$

iar  $s_{e0}$  direct din nomograma din fig. 10.12.



**Alegerea izolatoarelor.** Se aleg izolatoarele corespunzătoare amplasării instalației (de interior sau exterior) și mediului ambiant (în mediile poluate se va avea în vedere linia de fugă a izolatorului — v. § 1.4.4). Parametrii electro-mecanici trebuie să satisfacă relațiile:

$$U_{in} \geq U_n \text{ și } F \leq 0,6 F_r, \quad (10.11)$$

unde  $F$  este forța electrodinamică maximă de scurtcircuit dată de relațiile (10.9 și 10.10), iar  $F_r$  — rezistența la rupere a izolatorului.

**Exemplul de calcul 10.4.** Să se aleagă barele colectoare de 6 kV și izolatoarele de susținerea lor ale PT din exemplul 9.6, știind că:  $I_c = 180$  A,  $\Theta_a = +35^\circ\text{C}$ ,  $l = 1100$  mm,  $a = 200$  mm.

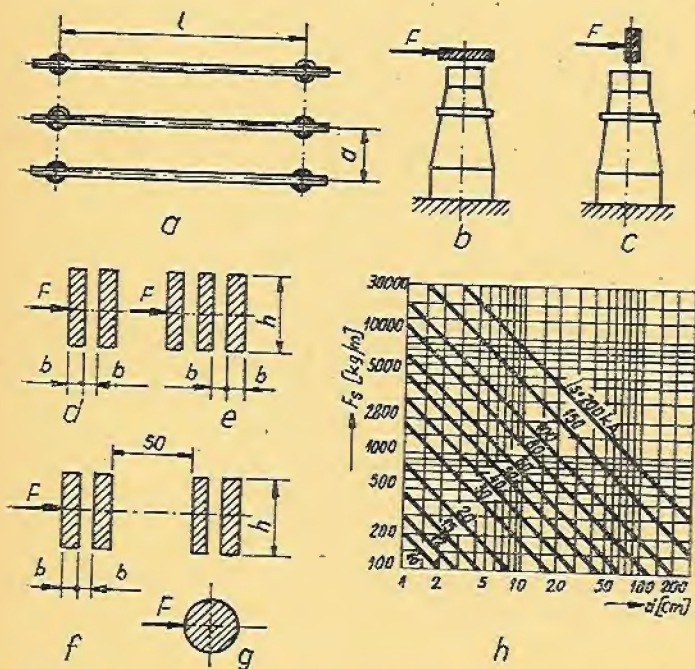


Fig. 10.11. Determinarea forțelor electrodinamice de scurtcircuit care solicită barele și izolatoarele.

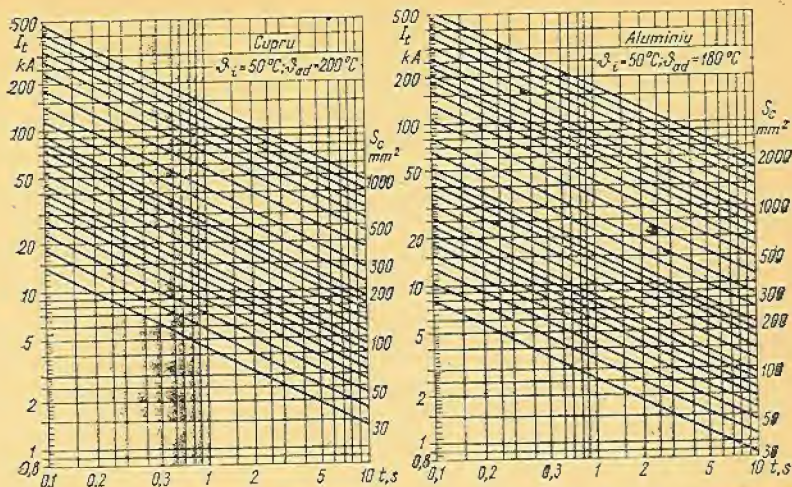


Fig. 10.12. Verificarea secțiunii conductoarelor neizolate la stabilitate termică de scurtcircuit.

Alegerea barelor la încărcarea în regim permanent: Al —  $20 \times 5$  mm, montate pe lat și vopsite, pentru care:

$$I_{ad} = 300 \cdot 0,88 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 214 > 180 \text{ A.}$$

Verificarea la scurtcircuit (pentru  $I_m$  și  $i$ , v. exemplul de calcul menționat pentru scurtcircuit în  $k_2$ ):

$$\theta_c = 35 + (70 - 35)180/198 = 66,81^\circ\text{C} - j_{sc} = 83 \text{ A/mm},$$

$$s_{c\theta} = 18509/83 = 223 \text{ mm}^2.$$

Rezultă necesitatea măririi secțiunii la  $50 \times 5$  mm;

$$F = 2 \cdot 110 \cdot 36,923^2 \cdot 10^{-2}/20 = 150 \text{ daN},$$

$$\sigma = 1 \cdot 150 \cdot 110/(12 \cdot 2,08) = 661 < 700 \text{ daN/cm}.$$

Pentru comparație: din nomogramele menționate în nota de mai sus se determină:

$$s_{c\theta} \approx 200 \text{ mm}^2 \text{ și } F = 1,1 \cdot 140 = 154 \text{ daN}.$$

Alegerea izolatoarelor: SA6 cu  $F_r = 375 \text{ daN}$ ; rezultă,

$$F = 150 < 0,6 \cdot 375 = 225 \text{ daN}.$$



### 10.3.5. Alegerea aparatelor de conectare

Aparatele de conectare de tip interior se utilizează în încăperi închise sau în spații adăpostite, ferite de intemperii și depuneri de praf; când aceste condiții nu sînt asigurate (eventual prin climatizare) sau în exterior, se prevăd aparate de tip exterior. La altitudini peste 1 000 m, tensiunea nominală de utilizare se reduce la 95% pînă la 1400 m și la 80% între 1400 și 3000 m.

Performanțele electromagnetice se aleg astfel ca:

— în regim normal de funcționare să aibă:

$$U_{an} \geq U_n; \quad I_{an} \geq I_c, \quad (10.12)$$

unde:  $U_{an}$ ,  $U_n$  — tensiunea nominală a aparatului, respectiv a rețelei;  $I_{an}$ ,  $I_c$  — curentul nominal al aparatului, respectiv încărcarea maximă a circuitului (v. calcularea în § 9.4.1);

— în scurtcircuit să asigure stabilitatea termică și electro-dinamică:

$$I_t \sqrt{t} \geq I_m; \quad I_d \geq i_g; \quad I_r \geq I_a, \quad (10.13)$$

unde:  $I_t \sqrt{t}$ ,  $I_d$  — v. explicațiile la relația (10.5);  $I_r$  — curentul de rupere al aparatului (cu observațiile de mai jos pentru separatoare);  $I_a$ ,  $i_g$ ,  $I_m$  — v. relațiile (9.44, 9.46 și 9.47).

În plus se va ține seama de cele menționate mai departe.

**Alegerea separatoarelor.** Când nu avem separator de tensiunea cerută de mediul respectiv, putem utiliza altul de tensiune mai mare sau de tipul de exterior în locul celui de tip interior (dar nu invers).

Separatoarele normale nu se deschid sub sarcină; cu garanția furnizorului, pot rupe sau stabili curenți de mărime neglijabilă în cazul: curenților de mers în gol ai trafo fără întreruptor sau ai unor linii electrice; curenților de magnetizare ai transformatoarelor de măsură. De asemenea, separatoarele de scurtcircuitare (utilizate la stabilirea unei legături voite la pămînt pentru sensibilizarea protecțiilor din amonte în cazul unor defecte în aval nesesizate altfel) se verifică atît la stabilitatea termică și dinamică cît și la timpul de închidere, iar dispozitivele de legare la pămînt în aer, la capacitatea de închidere în cazul când poate provoca un scurtcircuit la închidere din lipsa unui blocaj corespunzător la separatoarele de scurtcircuitare anume construite.



În stațiile de MT și 110 kV la consumator acționarea separatoarelor se face cu dispozitive manuale, cu excepția celor de legare la pământ a neutrului transformatoarelor și a bobinelor de stingere în rețelele cu neutrul izolat, comandate de la distanță pentru protejarea operatorului. Dispozitivele de acționare trebuie să permită blocarea operativă a separatoarelor și dispozitivelor de legare la pământ în pozițiile închis și deschis, iar blocajul trebuie să permită manevra separatorului când sînt îndeplinite condițiile corespunzătoare; în acest scop vor fi prevăzute cu contactele auxiliare necesare, care vor servi și la semnalizarea poziției separatoarelor.

**Alegerea întreruptoarelor:** Pentru MT se va evita utilizarea în interior a întreruptoarelor cu ulei mult, admitîndu-se însă cele cu ulei puțin.

Performanțele electromecanice trebuie să țină seama în plus în principal de:

- Durata admisibilă nominală a curentului de scurtcircuit pe care îl poate suporta întreruptorul în poziția închis (normal 1s);

- Secvența nominală de manevră ( $D-t-ID-t'-ID$  sau  $ID-t''-ID$ , unde:  $D$  — deschiderea,  $ID$  — închidere urmată imediat de deschidere,  $t=3$  min sau 0,3 s, respectiv fără sau cu RAR,  $t'=3$  min,  $t''=15$  s);

- Durata de funcționare: *de deschidere* (timpul dintre darea comenzii și deschiderea contactelor), *de rupere* (timpul dintre darea comenzii și ruperea arcului — sub 0,15 s pînă la 35 kV și sub 0,08 s peste 35 kV), *de declanșare total* (timpul de funcționare a releelor plus temporizarea voită plus durata de rupere), *de stabilire-deschidere* și *de stabilire-rupere* (timpul dintre momentul stabilirii curentului de scurtcircuit și momentul separării contactelor, respectiv stingerii arcului la toți polii).

Pentru tensiuni sub 1 kV, după caz, se pot utiliza întreruptoare manuale sau automate.

Întreruptoarele manuale trebuie să satisfacă condiția de funcționare în regim normal (10.14) și în scurtcircuit (10.13):

$$I_r \leq I_{an} \geq I_c, \quad (10.14)$$

cu mențiunea că nu se acționează în scurtcircuit.

Întreruptoarele automate obișnuite (v. § 3.3.1) se aleg avându-se în vedere că:

- Durata de viață este limitată (se recomandă limitarea manevrelor la una/zi pentru  $I_{an} \leq 1\,600\text{ A}$ , una/2 zile pentru  $I_{an} = 2\,000$ ;  $2\,500\text{ A}$ , una/săptămână pentru  $I_{an} = 4\,000\text{ A}$ ;
- Condiția de rezistență la curentul de rupere trebuie corelată cu valoarea curenților de reglaj ai releelor, corelată la rîndul ei cu valoarea curentului nominal al circuitului pe care se montează, chiar dacă pentru aceasta este necesar să se aleagă un aparat cu curent nominal mult mai mare decît al circuitului; dacă întreruptorul cu capacitatea de rupere necesară nu pote fi echipat cu releele corespunzătoare curentului nominal al circuitului, se alege altul cu capacitatea de rupere imediat inferioară care are releele potrivite montîndu-se înaintea aparatului siguranțe MPR cu

$$I_{fn} = (1,7 \dots 2) I_c. \quad (10.15)$$

• Selectivitatea funcționării protecției se asigură prin temporizare diferită: întreruptorul de capăt va fi cu de-clanșare instantanee, iar cel dinspre sursă cu temporizarea cea mai mare;

• Alegerea releelor termice și electromagnetice ale acestor întreruptoare se face funcție de destinația circuitului conform relațiilor (11.34, 12.9 și 12.10).

Exemplul de calcul 10.5. Pentru PT din exemplul de calcul 9.6 să se aleagă întreruptorul de MT al transformatorului și cel de JT pentru plecare din TGD de 230 A.

Pentru MT aleg IUP-M 10-630 care are:

$$U_n = 10\text{ kV} > U = 6\text{ kV}; \quad I_n = 630\text{ A} > I_c = 96,3\text{ A},$$

$$I_r = 200/(1,73,6) = 19,3\text{ kA} > I_a = 14,7\text{ kA},$$

$$I_d = 76,5\text{ kA} > i_g = 36,9\text{ kA},$$

$$I_{1t} = 30\text{ kA} > I_m = 18,5\text{ kA}.$$

Dispozitiv de acționare MRI-0.

Pentru plecarea de 230 A din TGD ar fi necesar un USOL-250 care are însă  $I_r = 15\text{ kA} < 22,7\text{ kA}$ ; se alege deci un USOL - 630 - DM -



—LF—DD— $I_r = 250$  A pentru protecția liniilor (cu declanșare instantanee și  $I_{em} = 4I_r$ ), care are:

$$U_n = 660 \text{ V} > U = 380 \text{ V}; I_n = 630 \text{ A} > I_c = 230 \text{ A},$$

$$I_t = 0,92 \cdot 250 = 230 \text{ A}; I_{em} = 4 \cdot 250 = 1000 \text{ A},$$

$$I_r = 25 \text{ kA} > I_a = 22,7 \text{ kA}.$$

### 10.3.6. Alegerea transformatoarelor de măsură

**Transformatoarele de măsură** se aleg de tip interior cînd se montează în încăperi sau în spațiu adăpostit, ferite de intemperii și de depuneri de praf; cînd aceste condiții nu sînt asigurate (eventual prin climatizare) sau în exterior se aleg de tip exterior. La altitudini peste 1 000 m, se consultă întreprinderea producătoare.

**Alegerea transformatoarelor de tensiune.** Numărul fazelor și conexiunilor înfășurărilor primare se aleg în funcție de numărul de faze ale circuitului primar și de natura receptoarelor care vor fi montate pe înfășurările secundare și anume:

- În rețelele cu neutrul izolat sau legat la pămînt prin bobină de stingere, conform fig. 10.13, *a—f*;

- În rețelele cu neutrul legat direct la pămînt, conform fig. 10.13, *g* și *h*;

- Aparatele de măsură și protecție se montează pe aceeași înfășurare secundară, cu excepția celei pentru măsurarea componentei homopolare care se montează pe înfășurarea secundară anume destinată (v. fig. 10.13, *d, f, h*); cînd conductoarele de legătură sînt foarte lungi, se pot alege transformatoare de tensiune cu două înfășurări secundare identice legate în serie, dublîndu-se astfel tensiunea și reducîndu-se corespunzător curentul (aparatele conectate trebuie să satisfacă noua tensiune).

Tensiunea nominală pentru conexiunile din fig. 10.13, *a, b* r

$$U_{1n} = U; U_{2n} = 100 \text{ V}, \quad (10.16)$$



iar pentru conexiunile din fig. 10.13,  $c-h$ .

$U_{1n} = \sqrt{3} U$ ;  $U_{2n} = \sqrt{3} 100 \text{ V}$  — înfășurarea de bază  
 $U_{sn} = 100/3 \text{ V}$  (fig.  $d, f$ ) sau  $U_{sn} = 100 \text{ V}$  (fig.  $h$ ) — înfășurarea suplimentară. (10.17)

Clasa de precizie: 0,5, de regulă, pentru aparate de măsură; 1 — pentru relee direcționale sau de distanță.

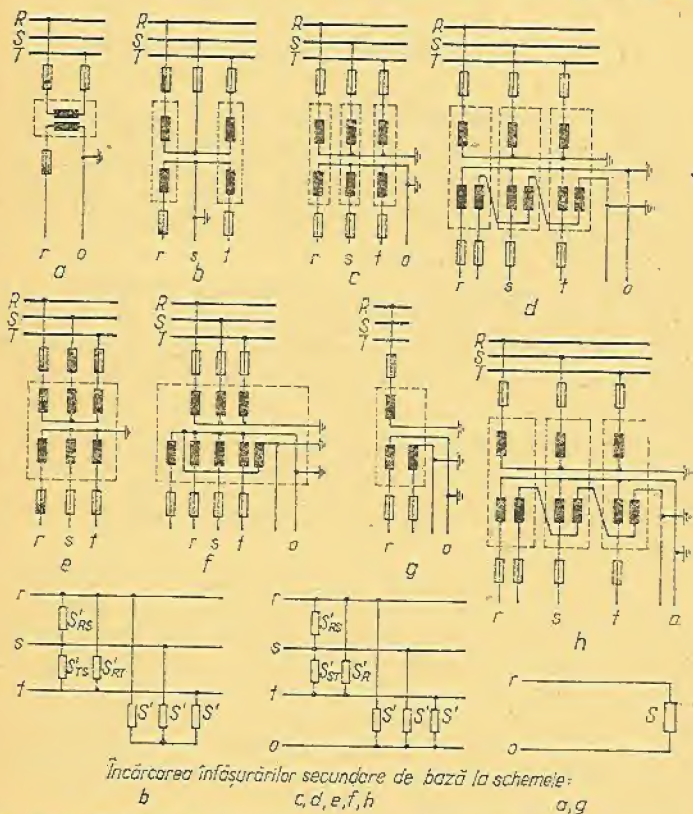


Fig. 10.13. Scheme de conexiuni ale transformatoarelor de tensiune și de încărcare a înfășurărilor secundare de bază:

a — f — în rețele cu neutrul izolat (cu transformatoare monofazate sau trifazate);  
 g, h — în rețele cu neutrul legat la pământ (cu transformator monofazat).

3 — pentru relee de timp voltmetric; conform indicațiilor *întreprinderilor* — pentru alte aparate de protecție și automatizare (uneori împreună cu aparatele sînt livrate și transformatoarele de tensiune necesare).

Puterea consumată pe fiecare înfășurare secundară  $S$  trebuie să satisfacă condiția:

$$S_{2n} \geq S \geq S_{2m}, \quad (10.18)$$

unde  $S_{2n}, S_{2m} = 0,25 S_{2n}$  sînt puterea nominală, respectiv minimă admisă pentru garantarea erorilor ale înfășurării secundare.

Încărcarea  $S$  se calculează însumînd consumul maxim al aparatelor care pot funcționa concomitent atît în regim permanent (cînd se iau în considerare aparatele de măsurat) cît și în regim de scurtă durată (cînd se consideră aparatele de protecție și automatizare). Relațiile de calcul al încărcărilor pentru schemele din fig. 10.13:

| Fig. 10.13, | Relații de calcul: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ , unde:  |
|-------------|--|
| $a, g$      | $P = P'; Q = Q'$   |
| $b$         | $P_{rs} = P'_{rs} + 0,5(P'_{rt} - \sqrt{3}Q'_{rt} + 3P' - \sqrt{3}Q')$<br>$P_{ts} = P'_{ts} + 0,5(P'_{rt} + \sqrt{3}Q'_{rt} + 3P' + \sqrt{3}Q')$<br>$Q_{rs} = Q'_{rs} + 0,5(Q'_{rt} + \sqrt{3}P'_{rt} + 3Q' + \sqrt{3}P')$<br>$Q_{ts} = Q'_{ts} + 0,5(Q'_{rt} - \sqrt{3}P'_{rt} + 3Q' - \sqrt{3}P')$                 |
| $c, d$      | $P_r = P'_r + (3P'_{rs} + 3P'_{tr} + \sqrt{3}Q'_{rs} + \sqrt{3}Q'_{tr})/6$   |
| și          | $P_s = P'_s + (3P'_{st} + 3P'_{rs} + \sqrt{3}Q'_{st} - \sqrt{3}Q'_{rs})/6$   |
| $f, h$      | $P_t = P'_t + (3P'_{tr} + 3P'_{st} + \sqrt{3}Q'_{tr} - \sqrt{3}Q'_{st})/6$<br>$Q_r = Q'_r + (\sqrt{3}P'_{rt} - \sqrt{3}P'_{rs} + 3Q'_{rt} + 3Q'_{rs})/6$<br>$Q_s = Q'_s + (\sqrt{3}P'_{rs} - \sqrt{3}P'_{st} + 3Q'_{rs} + 3Q'_{st})/6$<br>$Q_t = Q'_t + (\sqrt{3}P'_{st} - \sqrt{3}P'_{tr} + 3Q'_{st} + 3Q'_{tr})/6$ |
| $e$         | $P_r = P' + (3P'_{rs} + 3P'_{tr} + \sqrt{3}Q'_{rs} - \sqrt{3}Q'_{tr})/6$<br>$P_s = P' + (3P'_{st} + 3P'_{rs} + \sqrt{3}Q'_{st} - \sqrt{3}Q'_{rs})/6$   |

Fig. 10.13,

Relații de calcul  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ , unde: $e$ 

$$P_t = P' + (3P'_{tr} + 3P'_{st} + \sqrt{3}Q'_{tr} - \sqrt{3}Q'_{st})/6$$

$$Q_r = Q' + (\sqrt{3}P'_{tr} - \sqrt{3}P'_{rs} + 3Q'_{tr} + 3Q'_{rs})/6$$

$$Q_s = Q' + (\sqrt{3}P'_{rs} - \sqrt{3}P'_{st} + 3Q'_{rs} + 3Q'_{st})/6$$

$$Q_t = Q' + (\sqrt{3}P'_{st} - \sqrt{3}P'_{tr} + 3Q'_{st} + 3Q'_{tr})/6$$

Cînd consumul aparatelor este dat în VA, pentru calculul lui  $P$  și  $Q$  se consideră  $\cos \varphi = 0,8$ ,  $\sin \varphi = 0,6$ .

**Alegerea transformatoarelor de curent.** Numărul fazelor pe care se montează: în monofazat — pe fază; în trifazat — funcție de aparatele de măsură și protecție alimentate (pe o singură fază, de preferință  $S$ ; pe două faze, de preferință  $R, T$ ; pe toate fazele).

Tensiunea nominală  $U_n$  se alege astfel ca

$$U_n \geq U \text{ sau excepțional } U_n \geq U_M, \quad (10.19)$$

$U, U_M$  fiind tensiunea nominală, respectiv maximă de lucru a rețelei; ultima condiție se cere la transformatoarele de curent de pe circuitul de legare la pămînt a înfășurării generatoarelor.

Curentul primar nominal  $I_{1n}$  se alege față de încărcarea normală  $I_c$  sau încărcarea maximă de durată  $i_{cM}$  ale circuitului primar, trebuind să îndeplinească condițiile:

$$I_{cM}/1,2 \leq I_{1n} \leq I_c, \quad (10.20)$$

cînd nu se alimentează aparate de măsură și

$$I_{cM} \leq I_{1n} \leq I_c/1,2, \quad (10.21)$$

cînd se alimentează aparate de măsură, cu recomandarea ca încărcarea să fie foarte apropiată de cea nominală, pentru precizia funcționării (prima parte a inegalității (10.21) se referă la cazul în care aparatele de măsură n-au scara gradată prelungită peste limita domeniului de măsurare cel puțin pînă la  $I_{cM}$ ).



Curentul nominal secundar, în instalațiile la consumator, se ia de regulă 5 A (1 A se adoptă în stațiile de 220 kV, în cazul circuitelor de măsură lungi).

Numărul miezurilor se aleg separat pentru aparate de măsură, aparate de protecție (exclusiv diferențială) și automatizare, aparate de protecție diferențială, dispozitive de acționare pentru curent operativ; când numărul înfășurărilor pentru protecție nu este suficient, se poate utiliza în acest scop și înfășurarea pentru măsurare.

Clasa de precizie: pentru măsură — 0,5; pentru protecție și automatizare: relee direcționale, de distanță, diferențiale și de protecție contra punerilor la pământ — 1, relee maxime de curent și dispozitive de acționare în curent operativ alternativ — 5P, relee diferențiale pentru transformatoare de curent produse la noi — 70P, alte aparate de protecție și automatizare, funcție de eroarea de unghi admisă — 1 sau 3 (ultima negarantată), conform indicațiilor furnizorului.

Coeficientul de saturație al miezurilor  $n$ :

- Pentru măsură  $n < 10$ , preferabil  $n < 5$  (pentru a nu crește, înfășurarea de măsură trebuie încărcată prin dimensionarea corespunzătoare a legăturilor, eventual prin inserierea cu aparatele a unor impedențe auxiliare);

- Pentru protecție  $n$  se stabilește funcție de erorile admise de aparate, indicate de furnizor; când este insuficient,  $n$  se poate mări prin reducerea sarcinii pînă la valoarea garantată de furnizor, potrivit relației:

$$i'/n = S/S', \quad (10.22)$$

sau prin mărirea curentului primar, cu dezavantajul creșterii erorilor.

Puterea consumată pe fiecare înfășurare secundară a transformatorului  $S$  trebuie să satisfacă condiția (10.18); în acest caz  $S_{2m} = 0; 0,25S_{2n}; 0,5S_{2n}$ , respectiv pentru clasele 0,2—0,5; 1; 3.

Încărcarea fiecărei înfășurări secundare a transformatorului:

$$S_{r(s,t)} = S_a + 1,1S_c, \quad (10.23)$$

$$S_a = \sum_{i=1}^n (S_{ai} + 2,5 n); S_c = \rho l_c I_{2n}^2 / s_c.$$

unde:  $S_a, S_{ai}, S_c$  sînt pierderile în bobinele de curent ale aparatelor conectate ( $a$  — toate,  $ai$  — unul din ele), respectiv în conductoarele de legătură, VA;  $2,5 n$  — pierderile în contactele celor  $n$  aparate conectate, VA;  $\rho, s_c$  — rezistivitatea, secțiunea conductoarelor de legătură, respectiv în  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ,  $\text{mm}^2$ ;  $I_{2n}$  — curentul secundar nominal;  $l_c$  — lungimea de calcul a conductoarelor de legătură egală, pentru cazurile de conexiuni  $a, b, c$  din fig. 4.6, respectiv cu:

$$l_c = l_f; l_c = 1,73 l_f; l_c = 2 l_f. \quad (10.24)$$

**Exemplul de calcul 10.6.** Să se aleagă transformatoarele de curent montate pe fazele  $RT$  ale sosirii pe barele de 6 kV din PT — exemplul de calcul 9.6, cunoscînd că  $I_c = 180$  A și că se măsoară curentul pe o fază și energia activă și se adoptă protecție maximală de curent cu tăiere rapidă și temporizată.

Se alege  $CIRS 10 - 2 \times 200/5A$  care are:

$$U_n = 10 \text{ kV} > U = 6 \text{ kV}; I_{1n} = 200 \text{ A} > I_c = 180 \text{ A},$$

$$I_{2n} = 5 \text{ A}; \text{Clasa precizie } 0,5/1; S_{2n} = 15/30 \text{ VA}.$$

Încărcarea maximă a înfășurărilor secundare:

— pentru măsură:

$$S_a = 4 + 1,2 + 2 \cdot 2,5 = 10,2 \text{ VA}$$

$$S_c = 1,1 \cdot 10 \cdot 5^2 / (57 \cdot 4) = 1,1 \text{ VA}$$

$$S_{2n} = 15 \text{ VA} > S_2 = 11,3 \text{ VA} > S_{2m} = 0,25 \cdot 15 = 3,75 \text{ VA}$$

— pentru protecție:

$$S_a = 4 + 4 + 3 \cdot 2,5 = 15,5 \text{ VA}$$

$$S_c = 1,1 \cdot 10 \cdot 5^2 / (57 \cdot 16) = 0,3 \text{ VA}$$

$$S_{2n} = 30 \text{ VA} > S_2 = 15,8 \text{ VA} > S_{2m} = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ VA}.$$

Verificarea la stabilitate termică a conductoarelor ( $m$  — măsură,  $p$  — protecție):

$$K_n = 200/5 = 40,$$

$$s_{cm} = 1 \cdot 18 \cdot 509 / (40 \cdot 130) = 3,56 < 4 \text{ mm}^2,$$

$$s_{cp} = 3 \cdot 18 \cdot 509 / (40 \cdot 130) = 10,6 < 16 \text{ mm}^2.$$

## 10.4. Protecția și automatizarea instalațiilor de conexiuni și transformatoare

### 10.4.1. Protecția barelor colectoare și cuplelor

#### Tipuri de protecție specifice (fig. 10.1.4)

| Specificație                            | Condiții de dimensionare și utilizare   |
|---|---|
| Protecție diferențială completă-PDC     | <p>Treapta I: <math>0,1k_{s1}I_{scM}/n_i \leq i_{prI} \leq k_{s2}I_{cM}/n_i</math>;<br/> <math>k_{s1}=1,5</math>; <math>k_{s2}=1,2</math></p> <p>Treapta II: <math>i_{prII} = k_{s}i_{dez} = 0,6 \dots 1 \text{ A}</math>.<br/>         Temporizarea se reglează cu o treaptă peste temporizarea maximă a plecărilor din bare</p> |
| Protecția diferențială incompletă - PDI | <p>Treapta I: <math>i_{prI} = k_s I_{scM}/n_i</math>; <math>k_s = 1,2 \dots 1,4</math><br/>         Treapta II: <math>i_{prII} = I_{ct}k_s/k_r</math>; <math>k_s = 1,2</math>; <math>k_r = 0,85</math>.<br/>         Temporizarea se reglează cu o treaptă peste temporizarea maximă a liniilor racordate la bare</p>             |

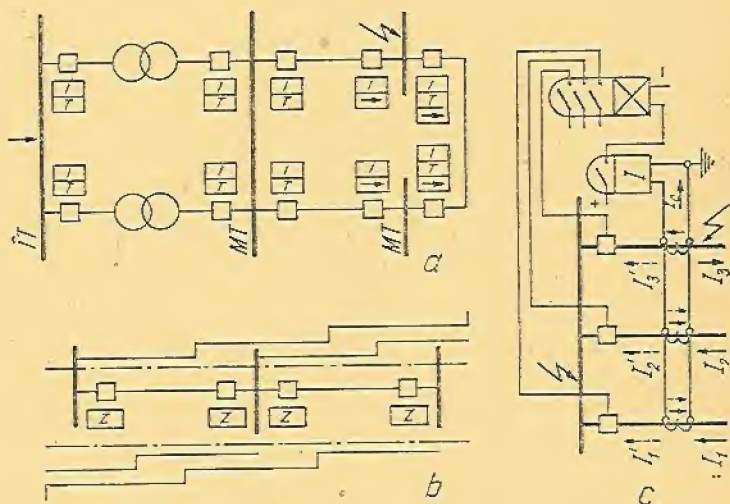


Fig. 10.14. Scheme de principiu pentru protecția barelor colectoare:  
 a - prin protecțiile maxime ale liniilor și transformatoarelor vecine; b - prin protecțiile de distanță ale liniilor; c - prin protecție diferențială proprie.



| Specificație                          |               | Tip protecție și condiții de alegere  |   |
|---------------------------------------|---------------|---|---|
| Bare colectoare                       | 6 ÷ 10 kV     | PDI   | ST110 / 6 ÷ 35 kV: cînd protecția elementelor vecine nu asigură stabilitatea sistemului energetic, selectivitatea protecției, stabilitatea termică a instalației și funcționarea fără perturbații a consumatorilor racordați.<br>Bare 20 ÷ 35 kV: cînd trebuie să funcționeze continuu cu 2 secții sau sisteme de bare, cu cupla închisă, dacă protecția de separare prin cuplă nu satisface condițiile de funcționare sigură a sistemului. |
|                                       | 20 ÷ 35 kV    | PDI sau PDC, funcție de condițiile de stabilitate   |   |
|                                       | 110 kV        | PDC, de regulă fără temporizare, sau cu 2 trepte, cînd condițiile de siguranță o cer (tr. I — cuplă transversală, tr. II — rest)  |   |
| Cuple între secții și sisteme de bare | Transversală  | Sistem de protecție care să poată constitui rezervă protecției oricărei linii racordate la barele respective, dacă protecția proprie liniei nu este disponibilă; separa cele 2 sisteme de bare, dacă aceasta n-a fost făcută de protecția barelor sau a liniilor racordate la bare. |   |
|                                       | Combinat      | Recomandabil același sistem de protecție ca la linii (v. § 10.4.2), care să satisfacă cele două condiții de la cuplele transversale; în plus, se va prevedea dispozitiv de reanclanșare automată.   |   |
|                                       | Longitudinală | De regulă cu protecție maximală temporizată P.M.T. (v. § 10.4.2)  |   |
|                                       | De transfer   | Echipată cu transformatoare de curent: același sistem de protecție ca la majoritatea liniilor racordate plus dispozitiv de reanclanșare automată. Fără transformatoare de curent: întrepritorul cuplei va fi acționat de protecția liniei sau transformatorului transferate.        |   |

# 10.4.2. Protecția liniilor

Tipuri de protecție (fig. 10.15)

| Specificația                                 |  | Tipul protecției și condițiile de alegere  |
|--|--|--|
| Protecții contra scurtcircuitelor polifazate | Protecție maximală                                     |  |
|  | rapidă (secționare de curent) — PMR                    | $i_{pr} = k_s I_c / n_i$ ; $k_{sens} = 1,5$ ; $k_s = 1,3 \dots 1,4$ (față de liniile din aval, $k_{sens} = 1,2$ )  |
|  | temporizată — PMT                                      | $i_{pr} = k_s I_c / k_r n_i$ ; $k_{sens} = 1,5$ ; $k_s = 1,5 \dots 1,25$ ; $\Delta t_{pr} = 0,5 \dots 0,7$ s.  |
|  | Protecție maximală direcțională — PMD                  | Poate fi rapidă (PMDR) temporizată (PMDT); $i_{pr} - v$ . PMR respectiv PMT; se cere conectare polarizată pentru $\alpha$ optim.   |
| Protecții maximale                           | Protecția diferențială transversală direcțională — PDT | $0,1 k_{s1} I_{sc} \cdot \text{exM} / 2 n_i \leq i_{pr} > i_{dezM}$ ; $k_s = 1,15$ ; blocaj contra declanșării unui întreruptor cind: 1) celălalt este deschis; 2) primește comandă de declanșare de la protecție. |
|  | Protecție de distanță — PD                             | $Z_{pr} = U_m^2 k_r / k_s S_c$ ; $k_r = 0,8 \dots 0,9$ ; $k_s = 1,15 \dots 1,25$ ; $t_{prI} = 0,1 \dots 0,3$ s (timpul de funcționare al releelor); $t_{prII} = t_{prI} + \Delta t_{pr}$                           |
|  | Protecție comparativă longitudinală                    |  |
|  | de curent (diferențială longitudinală) PDL             | $i_{pr} = i_{dez}$ ( $i_{dez}$ dat de erorile transformatoarelor de curent); legături polarizate; supraveghere continuitatea legăturilor instalației   |
|  | secțională — PCS                                       | La cele două capete ale liniei — protecție de distanță sau maximale direcționate.  |
|  | cu transmiterea comenzii la capătul opus — PTC         | Combină protecțiile de la capetele liniilor (de regulă, de distanță) cu dispozitive auxiliare de comandă și transmisie sau înaltă frecvență  |

|   | Specificația  | Tipul protecție și condițiile de alegere  |
|---|---|---|
| Protecție contra scurtcircuitelor monofazate în rețele cu neutru legat la pământ direct sau prin rezistențe | Protecție maximă homopolară — PMHo                                  | $i_{pr} = (0,4 \dots 0,6) I_c/n_i$ ; poate fi rapidă (PMHoR) sau temporizată (PMHoT); $\Delta t_{pr} = 0,5 \dots 0,7$ s; pentru aceeași linie $t_{prH} < t_{prM}$               |
|   | Protecție maximă homopolară direcțională PMHoD                      | $i_{pr} = (0,4 \dots 0,6) I_c/n_i$ ; respectarea polarității legăturilor dintre relee și transformatoarele de măsură.   |
|   | Protecție homopolară diferențială transversală direcțională — PHoDT | $i_{pr} = (0,4 \dots 0,6) I_c/n_i$ ; respectarea polarității legăturilor dintre relee și transformatoare de măsură.   |
| Protecție contra punerilor la pământ în rețele cu neutru izolat sau tratat                                  | Protecție maximă homopolară — PMH                                   | $(I_{cr} - I_{c1})/k_{sens}n_i = i_{pr} = k_s I_{c1}/n_i$ ; $I_c = UI/k_c$ ; $k_{sens} = 2$ ; $k_s = 4 \dots 5$ ; $k_c = 10$ la LES; $k_c = 350$ la LEA ( $U$ în kV, $l$ în km) |
|   | Protecție homopolară direcțională — PHD                             | Aceleași condiții ca în cazul precedent.  |
|   | Semnalizarea generală a punerilor la pământ SPP                     | În stațiile cu mai puțin de 3 linii sau de mică importanță, cind selectarea punerilor la pământ poate fi făcută prin deconectări succesive.                                     |



## Alegerea tipurilor de protecții

| Linii  | Tipul protecțiilor și condițiile de utilizare  |
|--|--|
| Rețele cu neutrul izolat sau legat la pământ prin bobine de stingere |  |
| Radi-ale ter-minale  | PMT cu temporizare minimă + PMH, cînd este necesară (v. coloana 3 din tabel)   |
| Linii radiale succesive alimentate la un cap                         | Protecția:<br>— se montează pe 2 faze, aceleași pe întreaga rețea legată galvanic;<br>— de regulă cu o singură temporizare; se admit 2 trepte (tr I — rapidă, tr II-temporizată) cînd o singură treaptă:<br>● perturbă consumatorii de pe liniile vecine sănătoase;  |
| Linii simple alimentate la ambele capete                             | Contra scurtcircuitelor polifazate:<br>— tr. I (cînd e necesară), după caz: PMR, PMT (cu timp scurt, pentru asigurarea sensibilității), PDL sau PCP (cînd defectul trebuie eliminat rapid, oriunde s-ar găsi pe linie) + tr. II: PMT;<br>— PD în trepte, la liniile cu $U \geq 20$ kV, cînd după linia principală urmează minim 2 linii succesive.<br>Contra punerilor la pământ: PHD, cînd este necesară (v. coloana 3).<br>● micșorează eficiența RA sau AAR la consumatorul alimentat prin linia avariata;<br>● duce la $t_{pr} \geq 3s$ la trafa din amonte cu $U_{n1} \geq 110$ kV. |
| Linii duble  | Contra scurtcircuitelor polifazate:<br>— v. cazurile anterioare; se poate prevedea și PDT ca protecție suplimentară<br>Contra punerilor la pământ: PHD cînd este necesară (v. coloana 3).<br>— nu se prevede tr I la liniile cu reactoare, defectele lor eliminîndu-se de protecțiile din amonte.  |
| Linii cabluri  | PMH și PHD se prevăd cînd nu-i recomandabilă numai SPP<br>Contra suprasarcinilor sistematice posibile — prin PMT.  |

| Linii  | Tipul protecțiilor și condițiile de utilizare          |   |
|--|--|---|
| Rețele cu neutrul legat la pământ direct sau prin rezistență |  |   |
| Linii radiale alimentate la un singur capăt                  | terminată cu o stație fără plecări la aceeași tensiune | Contra scurtcircuitelor dintre faze: de regulă PMR (desensibilizată de $I_{sc}$ de pe bara de JT a stației și cu o temporizare mai mare cu o treaptă decît temporizarea protecției rapide contra defectelor interne ale transformatoarelor) + PMT.<br>Contra scurtcircuitelor monofazate: PMHo sau (cînd aportul de curent homopolar al transformatoarelor din aval ia valori care duc la declanșarea protecției la defecte monofazate în amonte) PHoD; tprH — ca la PMR. |
|  | cu derivații la ST                                     | Ca în cazul precedent, cu deosebirea că tr. I se desensibilizează față de bara de JT cu cel mai mare $I_{sc}$ , iar tr. II se reglează la $I_{cm}$ posibil pe linie.  |
| Linii de interconexiune                                      |  | Contra scurtcircuitelor între faze și monofazate:<br>— de regulă PD (de bază) + PHoD cu 1 sau 2 trepte (de rezervă);<br>— cînd defectul trebuie deconectat rapid de pe întreaga linie: PTC (cu PD la capete) — de bază + PoDH — de rezervă;<br>— la liniile scurte sub posibilitatea de reglaj a treptei rapide: PDL — de bază + PD — de rezervă.   |
|  |  |   |
| Linii duble  |  | Pentru funcționarea simultană: PHoD + (se admite) PDT. Cînd poate funcționa numai una din linii — fiecare cu protecție completă ca o linie unică.   |

Notă: Acționarea protecțiilor:

- contra scurtcircuitelor polifazate — la declanșare;
- contra punerilor la pământ — la semnalizare (de regulă) sau la declanșare (cînd punerile la pământ periclitează viața omului sau nu asigură stabilitatea termică a instalației de legare la pământ).

Toate declanșările se semnalizează optic și acustic.

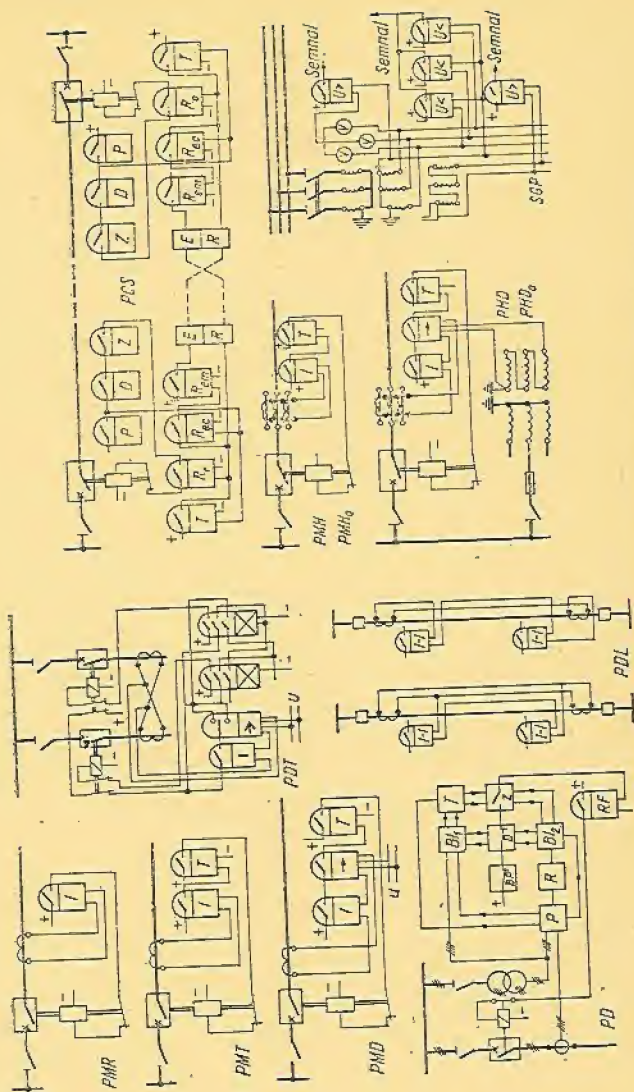


Fig. 10.15. Scheme de principiu pentru protecția liniilor electrice.



### 10.4.3. Protecția transformatoarelor

| Specificația                            | Condițiile de acționare și utilizare  |  |
|---|---|--|
| Protecție de gaze — PG                  | <p><i>Protecții contra defectelor interne</i></p> <p>Acționează la: degajări slabe de gaze (semnalizare), nivel scăzut de ulei (semnalizare) și degajări intense de gaze (declanșare întârziată); în ultimul caz se admite numai semnalizare dacă <math>t_{pr} \leq 0,5</math> s la <math>S_T \leq 1,6</math> MVA, cu protecție proprie de scurtcircuit la trafo, și la <math>S_T \leq 6,3</math> MVA fără întreruptor, protejat de protecția de curent din amonte. Se prevede: normal, pentru <math>S_T \geq 1</math> MVA; cînd există sursă de c.c. operativ și întreruptor pe alimentarea transformatorului și pentru <math>S = 100 \div 630</math> kVA.</p> |  |
| Protecție diferențială                  | cu tăiere de curent — PDC   | <p><math>i_{pr} = (3 \div 5) I_n / n_i</math>; <math>k_{sens} \geq 1,5</math> prin asigurarea unei temporizări de <math>0,04 \div 0,06</math> s prin RI</p>  |
|   | cu transformatoare cu saturație rapidă — PDS  | <p><math>k_{s1} I_n / n_i = i_{pr} = k_{s2} i_{dez}</math>; <math>k_{s1} = 1,3 \div 1,5</math>; <math>k_{s2} = 1,2 \div 1,3</math>; <math>w_1 = 60 / i_{pr}</math>; <math>w'_e = w_e (i_I - i_{II}) i_{II}</math>; <math>w'_e = (i_I - i_{III}) i_{III}</math></p> |
|   | cu frînare — PDR  | <p>Cu relee maximele de curent, conectate prin transformatoare cu saturație rapidă cu acțiune de frînare</p>   |
|   | cu blocaj — PDB   | <p>Blochează protecția contra armonicilor superioare ale <math>I_{mag}</math>.</p>   |
| Protecție de secționare de curent — PMR | <p>Acționează la scurtcircuite interne, pentru completarea protecției de gaze. Se alege cînd nu se prevede protecție diferențială; poate fi înlocuită de PMC cu <math>t_{pr} \leq 1</math> s la trafo cu <math>S_T &lt; 10</math> MVA și <math>U_{n2} \geq 35</math> kV. Parametrii: <math>k_{s1} I_n / n_i = i_{pr} = k_{s2} I_{scM} / n_i</math>; <math>k_{s1} = 3 \div 5</math>; <math>k_{s2} = 1,2 \div 1,4</math> (pentru RC), <math>1,5 \div 1,6</math> (pentru RTpC); <math>I_{scM}</math> — pe bara dinspre sarcină; <math>k_{sens} = I_{sc}^{(2)} / i_{pr} n_i \geq 2</math>.</p>  |  |

| Specificația | Condițiile de acționare și utilizare |
|--------------|--------------------------------------|
|--------------|--------------------------------------|

*Protecția contra supracurenților provocați de scurtcircuite exterioare*

|   |  |  |
|---|--|--|
| Prin siguranțe fuzibile – PSC                                     | Se poate prevedea pentru $S_T \leq 1$ MVA. Alegerea curentului nominal al fuzibilului – v. fig. 3.5  |  |
| Protecție maximală de curent – PMC                                | La transformatoarele coboritoare, cînd nu se adoptă PMCTm.<br>$i_{pr} = k_s I_{0M} / k_r n_i$ ; $k_s = 1,2 \div 1,5$ ; $k_r = 0,85$ ; $k_{sens} = 1,2$ (față de prima bară), 1,2 (față de a doua bară) | Se montează pe două faze (cînd punctul neutru este izolat) sau pe trei faze (cînd punctul neutru este legat la pămînt).<br>Acționează la declanșarea întreruptoarelor tuturor înfășurărilor. |
| Protecție maximală de curent cu blocaj de tensiune minimă – PMCTm | La $S_T \geq 4$ MVA cu alimentare bilaterală.<br>$i_{pr} = k_s I_n / k_r n_i$ ; $k_s, k_r$ – v. PMC; $u_{pr} = U_m / k_s k_r n_u$ ; $U_m = 0,9 \div 0,95 U_n$ ; $k_s = 1,1 \div 1,2$ ; $k_r > 1$       | Pe partea de joasă tensiune a transformatoarelor coboritoare cu $U_n \leq 20$ kV se montează siguranțe generale sau un întreruptor automat general.  |

*Protecția contra scurtcircuitelor monofazate de la transformator sau din rețea*

|  |   |   |
|--|---|---|
| Protecție de curent homopolar – PCH    | $i_{pr} = (0,4 \div 0,8) I_n / n_i$ 2,5 ÷ 3 A;<br>$t_{pr}$ cu o treaptă peste temporizarea protecțiilor homopolare de linie | Numai la trafo cu neutru legat la pămînt, cu alimentare bilaterală. |
| Protecție de tensiune homopolară – PUH | $u_{pr} = 15$ V (care desensibilizează protecția de tensiunile de dezechilibru posibile la bornele filtrului.               |   |

*Protecții suplimentare*

|  |  |  |
|--|--|--|
| Protecție contra suprasarcinilor – PMT | $i_{pr} = k_s I_n / k_r n_i$ ; $k_s = 1,05$ ; $k_r = 0,85$ ; $t_{pr} = 10$ s.<br>Se prevede la trafo cu $S_T \geq 0,4$ MVA care funcționează în paralel sau destinate să preia și sarcina altor transformatoare în caz de avarie a acestora. |  |
| Protecție contra supraîncălzirii – PST | Normal la $S_T \geq 10$ MVA; se admite și de la $S_T \geq 4$ MVA. Acționează normal la semnalizare; în stațiile fără personal permanent, la declanșare cu mare întârziere.   |  |
| Protecție de cuvă – PC                 | Acționează la defecte interne cu punere la pămînt. Poate înlocui protecția diferențială la trafo cu $S_T \leq 25$ MVA. Condiții: $i_{pr} = k_s k_{rep} I_{sc}$ ; $k_{sens} = I_{sc} / I_p \geq 2$ ; $k_s = 3 \div 4$ ; $k_{rep} = 0,0025$ .  |  |

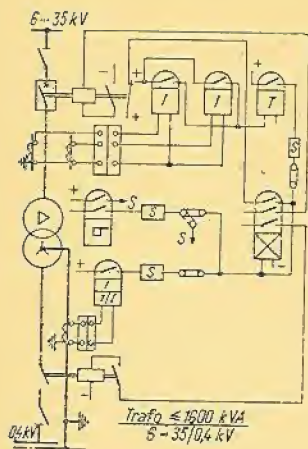
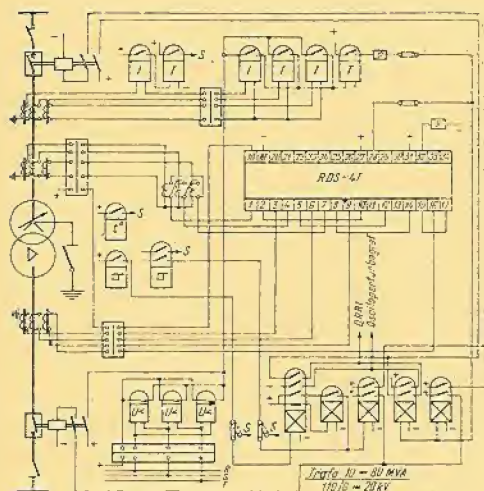


Fig. 10.16. Scheme de principiu pentru protecția transformatoarelor.





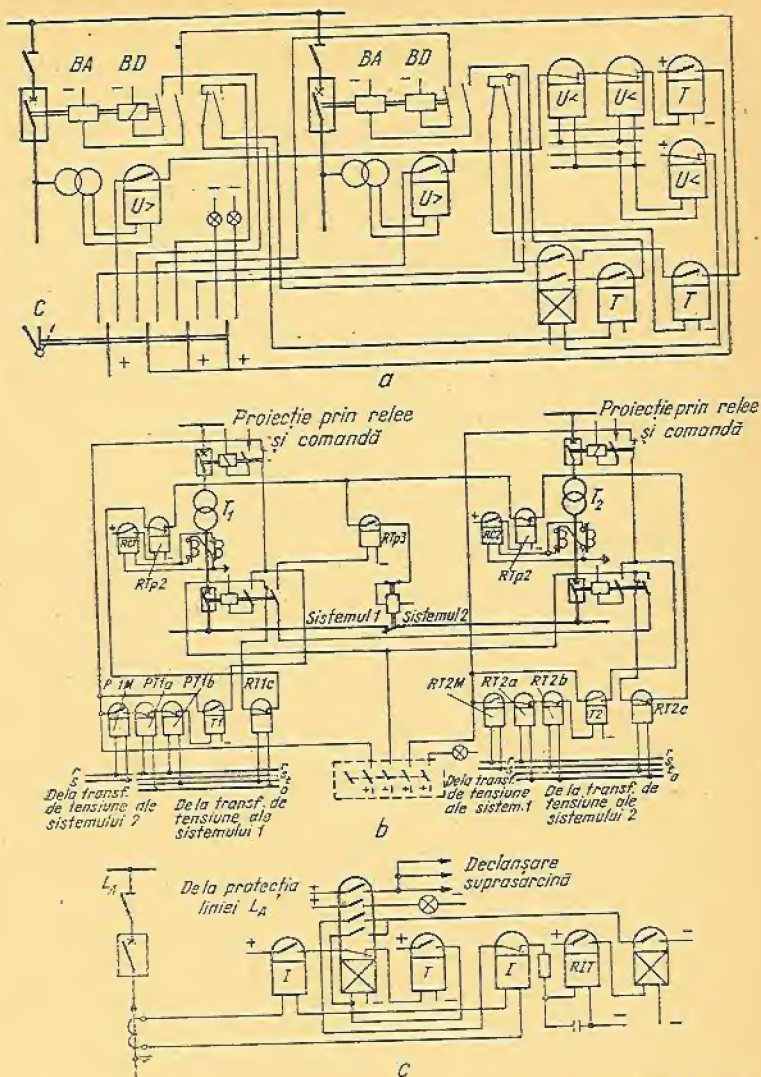


Fig. 10.17. Scheme de principiu pentru automatizarea rețelelor electrice:  
 a — anclșarea automată a liniei de rezervă; b — idem, a cuplei la căderea unuia din fiderii  
 celor două secții de bare; c — descărcarea automată a sarcinii.

#### 10.4.4. Instalații de automatizare uzuale în rețelele electrice ale consumatorilor

| Tipul  | Condițiile de utilizare și funcționare   |
|--|--|
| Reanclanșarea automată — RA                            | Se prevede la toate LEA cu $U > 1$ kV; după caz, și la liniile mixte (aeriene și subterane). Poate fi rapidă — cu pauză sub 1 s — RAR și lentă — cu pauze mai mari — RAL. Condiții: intrarea în funcțiune, pe baza acționării protecției sau necorespondenței dintre pozițiile întreruptorului și cheii de comandă, dar nu la deconectarea voită a întreruptorului sau la conectarea lui voită pe defect.  |
| Anclanșarea automată a rezervei — AAR, fig. 10.17 a, b | Se prevede: la toate instalațiile de conexiuni și distribuție cu 2 căi de alimentare, la care sînt racordați consumatori importanți. Condiții: acționarea AAR se face cu controlul prezenței tensiunii pe fiderul de rezervă și după deconectarea fiderului principal; va avea un singur ciclu și va fi semnalizată; nu va acționa la arderea unei siguranțe din secundarul transformatorului de tensiune. |
| Descărcarea automată a sarcinii — DAS, fig. 10.17, c   | Condiționată de valoarea curentului din calea de alimentare. La restabilirea valorii admise a curentului din calea de alimentare, sarcina deconectată poate fi reconectată automat prin RARS, dacă nu-i posibilă reîntarea în condițiile DAS.  |

#### 10.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor de conexiuni și transformare

##### Instalațiile de conexiuni

##### a. Controlul instalațiilor:

- cu personal permanent — pe schimburi; o dată pe lună, pe întuneric, pentru observarea efectului corona, contactelor slabe, depunerilor pe izolatoare etc.;
- fără personal permanent — de 2 ori pe lună;
- la toate — după fiecare scurtcircuit;
- în condiții speciale (mediu nociv, importanță vitală etc.) controlul poate fi intensificat.

Rezultatul controlului va fi consemnat iar deficiențele remediate în timp oportun.

b. *Reparațiile curente*, cu verificarea dispozitivelor de acționare și încercarea izolației, vor fi făcute după un grafic anual, avându-se în vedere ca:

—lucrările să nu stînjenească electroalimentarea corespunzătoare, corelîndu-se cu timpul de pauză sau activitate redusă a consumatorului;

—la instalațiile de IT, orice lucrări se vor executa pe bază de dispoziție și foaie de manevră;

—la instalațiile de aer comprimat se va urmări puritatea aerului, evacuîndu-se periodic apa din elementele instalației, controlîndu-se și curățîndu-se filtrele de aer dinaintea întreprinderilor.

c. *Reparațiile capitale* ale aparatelor se vor face după instrucțiunile furnizorilor; în lipsa instrucțiunilor, dacă constatările controalelor nu cer intervenții imediate, perioadele de reparare vor fi:

—la întreprinderi —la 3 ani (cu ulei mult), la 2 ani (cu ulei puțin), neplanificat (după 4 acționări la protecție);

—la separatoare: —la 5 ani; dispozitivele lor de acționare la distanță —la 3 ani;

—la barele colectoare —la 5 ani;

—alte părți ale instalației —funcție de rezultatele controalelor.

### Instalațiile de transformare (v. § 6.1.5)

Instalațiile de protecție și automatizare. Montajul se face de personal calificat, iar verificările și reglajele, de personal PRAM — grupa IV NPM.

Înainte de punerea în funcțiune, se fac reglajele, probele individuale și de ansamblu, sigilarea și predarea instalației împreună cu documentația tehnică necesară (scheme, plan reglaje corelat cu IFE, planuri montaj, tabele marcaje,



instrucțiunile cu fișele tehnice și buletinele de calitate ale aparatelor, procesele verbale sau buletinele încercărilor pe șantier).

Punerea în funcțiune va fi făcută de formația PRAM a consumatorului în prezența personalului operativ (special instruit); tot această formație va face:

— verificările periodice și accidentale (de regulă o dată cu ale aparatelor comutației primare);

— probele corespunzătoare după orice lucrare executată;

Personalul operativ: va observa permanent funcționarea instalației, o va curăți periodic de praf, va avea rezervă de siguranțe și lămpi de semnalizare.

## 11. INSTALAȚII ELECTRICE DE FORȚĂ

### 11.1. Pornirea motoarelor electrice de acționare

#### 11.1.1. Pornirea motoarelor electrice asincrone în colivie

Pornirea prin conectare directă la rețeaua de alimentare (fig. 11.1) se adoptă când motorul are  $P_n \leq 4$  kW — 220 V, 5 kW — 380 V, consumatorul fiind racordat direct la rețeaua de JT a IFE, sau  $P_n \leq 0,2 S_T$ , consumatorul fiind racordat prin instalație proprie de transformare la rețeaua de MT sau IT a IFE ( $S_T$  — puterea nominală a transformatoarelor care pot alimenta în paralel pornirea motorului).

Funcție de necesitățile de acționare, conectarea se poate face:

— prin întreruptor manual (de regulă cu motoare pînă la 1 kW cu suprasarcină improbabilă — v. § 11.2.1);

— prin contactor fără (v. paranteza de sus) sau cu rele termice sau prin întreruptor automat, comandate local sau de la distanță, manual sau automat (cazuri obișnuite).

Valorile curentului și cuplului de pornire față de valorile nominale sînt date de relațiile:

$$I_p = k_I I_n; \quad M_p = k_M M_n, \quad (11.1)$$

unde:  $k_I = 4 \dots 7,5$  iar  $k_M = 1,6 \dots 2,2$  funcție de caracteristicile motorului (v. § 7.2.3).

Alegerea aparatelor de conectare trebuie să asigure capacitatea de conectare din momentul pornirii, iar a celor de protecție, nefuncționarea sub acțiunea curentului de pornire.

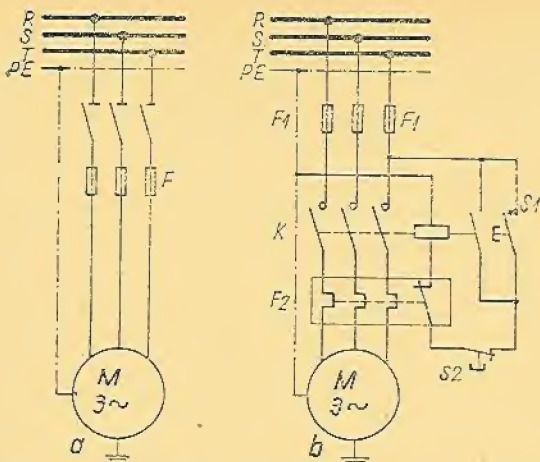


Fig. 11.1. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin conectare directă:

a — prin întreruptor manual; b — prin contactor comandat de la distanță (simbolizare — v. § 1.7.2).

**Pornirea prin comutator stea-triunghi** (fig. 11.2) se adoptă când motoarele depășesc puterile maxime admise pentru pornirea directă și pînă la 75 ... 100 kW (pentru puteri mai mari nu se obțin rezultate satisfăcătoare din cauza valorilor mari ale șocurilor și variațiilor de curent și cuplu din momentul comutației).

Conectarea se face prin comutatoare stea-triunghi manuale sau automate (v. § 3.7.1), după cum nu este sau este necesară comanda de la distanță sau automată.

Față de pornirea directă, curentul și cuplul de pornire au valorile date de relațiile:

$$I_{pY\Delta} = I_p/3; \quad M_{pY\Delta} = M_p/3. \quad (11.2)$$

Avantajul scăderii curentului de pornire este limitat de scăderea în același raport a cuplului de pornire, motiv pentru care trebuie verificat ca să fie satisfăcută relația

$$M_{pY\Delta} \geq M_{ro}, \quad (11.3)$$

$M_{ro}$  fiind cuplul rezistent din momentul pornirii.



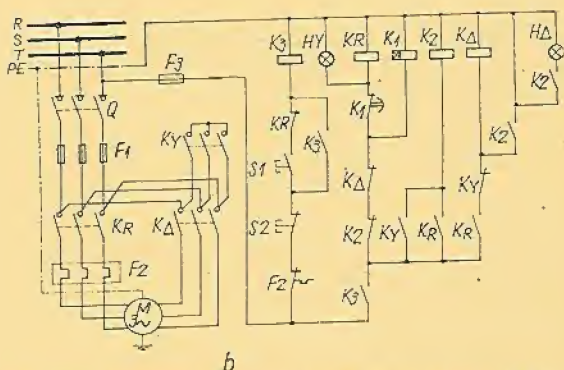
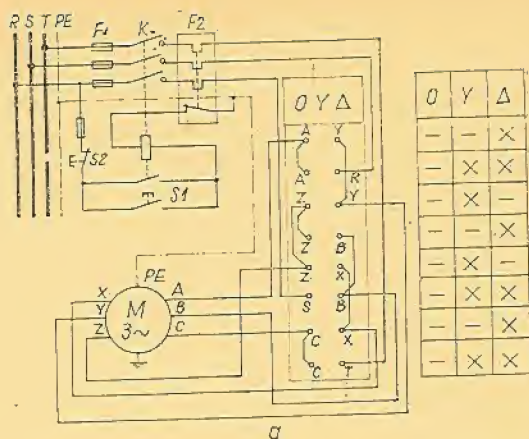


Fig. 11.2. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin comutator stea-triunghi:

a — manual; b — automat.

Alte condiții ce se cer la acest gen de pornire:

— Tensiunea motorului acționat trebuie să fie astfel ca în conexiunea de regim normal (triunghi) să primească tensiunea de linie a rețelei de alimentare, adică:

|                |         |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|
| $U_n$ rețea, V | 220     | 380     | 500     |
| $U_n$ motor, V | 380/220 | 660/380 | 865/500 |

—Capacitatea de închidere și de rupere a contactelor trebuie să reziste curenților acționați la comutare;

—Comutația din stea în triunghi trebuie reglată (la comutatoarele automate) sau manevrată (la cele manuale) pentru momentul în care cuplul motor al conexiunii în stea are aceeași valoare cu cuplul rezistent și punctul de funcționare pe ramura stabilă a funcționării sale.

**Pornirea prin autotransformator** (fig. 11.3) se adoptă când motoarele au puteri peste 75 ... 100 kW și nu-i posibilă pornirea directă sau prin comutator stea-triunghi.

Autotransformatoarele de pornire pot fi comandate manual, prin controler inclus, sau automat, de la distanță (v. § 3.7.2).

Față de pornirea directă curentul și cuplul de pornire au valorile date de relațiile:

$$I_{pAT} = I_p/k_{AT}^2; \quad M_{pAT} = M_p/k_{AT}^2, \quad (11.4)$$

ceea ce înseamnă că se pot obține valori convenabile pentru  $I_{pAT}$ , însă este necesară verificarea  $M_{pAT} > M_{ro}$  ( $k_{AT}$  — raportul de transformare al autotransformatorului; pentru § 7.3.2:  $U_1/U_2 = 1/0,64 = 1,57$ ).

Alegerea autotransformatoarelor menționate în § 7.3.2:

$$U_{AT} = U_n; \quad S_{AT} \geq 0,71 U_n I_n k_I, \quad (11.5)$$

unde  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $k_I$  sînt datele nominale ale motorului.

**Pornirea prin reactor** (fig. 11.4) se adoptă mai rar, pentru motoare de mare putere și MT, cînd nu sînt autotransformatoare.

Reactoarele utilizate pot fi de tipul BR (§ 3.6.1), comutate prin separatoare de sarcină (§ 3.2.1), contactoare sau întrepruptoare automate (§ 3.5.2), comandate de regulă manual de la distanță. Introducerea în circuit a reactorului se face numai pe perioada pornirii.

Față de pornirea directă, curentul și cuplul de pornire prin reactor,  $I_{pR}$ ,  $M_{pR}$ , vor avea valorile:

$$I_{pR} = I_p x_{mot}/x_p; \quad M_{pR} = M_p x_{mot}^2/x_p^2, \quad (11.6)$$

unde:  $x_{mot}$  este reactanța inductivă pe fază a motorului, în  $\Omega$ ;  $x_p = x_{mot} + x_R$  — reactanța totală de pornire pe fază, în  $\Omega$  ( $x_R$  — reactanța reactorului).

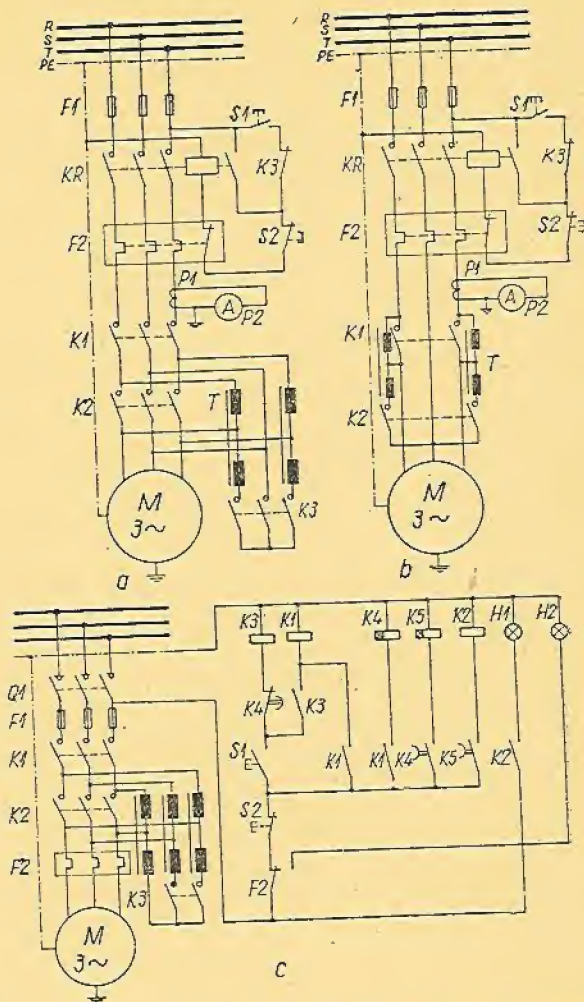


Fig. 11.3. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin autotransformator:  
a — cu comandă manuală cu 3 contactoare; b — idem, cu 2 contactoare; c — cu comandă automată.



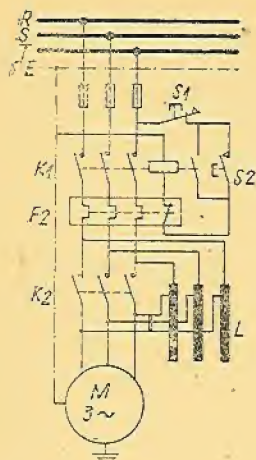


Fig. 11.4. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin reactor.

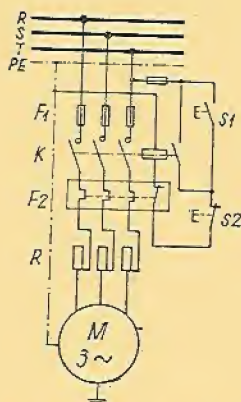


Fig. 11.5. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin rezistențe montate în circuitul statoric.

Alegerea reactorului: după ce se calculează succesiv:

$$\begin{aligned} M_n &= 975 P_n / n_n; \quad M_{pR} = 1,1 M_{r0}; \\ M_p &= k_M M_n; \quad x_{mot} \approx U_n / (\sqrt{3} I_p); \\ x_R &= x_{mot} (\sqrt{M_p / M_{pR}} - 1); \end{aligned} \quad (11.7)$$

se alege reactorul pentru care

$$\begin{aligned} U_{Rn} &\geq U_n; \quad I_{Rn} \geq I_n, \\ x_R / 0 &\approx 100 x_R I_{Rn} / U_{Rn}, \end{aligned} \quad (11.8)$$

după care se verifică dacă cuplul și curentul de pornire efective satisfac condițiile permise de pornire.

Pornirea prin rezistențe electrice montate în circuitul statoric (fig. 11.5) se menționează numai ca posibilitate, deoarece:

$$I_{pr} / I_n = k_{pr}; \quad M_{pr} / M_n = k_{pr}^2 S_n, \quad (11.9)$$

deci, în general, nu se asigură decît pornirea în gol sau la sarcini foarte reduse ( $s_n$  este alunecarea nominală); în plus mărește pierderile de putere activă.

Rezistența de pornire necesară în  $\Omega$  se determină cu relația simplificată:

$$R_p = 0,82 U_n / (\sqrt{3} k_{pr} I_n), \quad (11.10)$$

unde 0,82 ține seama de rezistența statorică proprie, iar  $k_{pr}$  se alege funcție de condițiile locale sau se deduce din relațiile (11.9). Cînd  $R_p$  se împarte în trepte (pentru micșorarea șocurilor de curent și cuplu), valoarea acestora se calculează similar cu a treptelor rezistențelor de pornire rotorice (v. § 11.1.2).

**Exemplul de calcul 11.1.** Pentru motorul asincron în colivie MIB2-90 kW, 380/660 V,  $\eta = 0,93$ ,  $\cos \varphi = 0,81$ ,  $M_p/M_n = 2$ ,  $I_p/I_n = 5,5$ , 740 rot/min, să se aleagă modurile de pornire posibile, știind că tensiunea rețelei este de  $3 \times 380/220$  V și că  $M_{r0} = 50$  daNm.

*Se calculează în prealabil:*

$$I_n = 90 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,93 \cdot 0,81) = 181,7 \text{ A},$$

$$M_n = 975 \cdot 90 / 740 = 118,6 \text{ daNm}, \quad M_{p \text{ nec}} = 1,1 \cdot 50 = 55 \text{ daNm}.$$

*Pentru pornirea directă* (înfășurările motorului conectate în triunghi) se alege pentru conectare USOL 250 care are:

$$U_n = 660 > 380 \text{ V}; \quad I_n = 250 > 181,7 \text{ A}.$$

În acest caz:

$$I_p = 5,5 \cdot 181,7 \approx 1000 \text{ A}; \quad M_p = 2 \cdot 118,6 = 237,2 \text{ daNm}.$$

Pornirea este posibilă dacă rețeaua de alimentare a motorului este conectată la un trafa propriu cu o putere minimă de

$$S_T = 90 / 0,2 = 450 \rightarrow 630 \text{ kVA}.$$

*Pentru pornirea prin comutator stea-triunghi* se alege tipul automat cod 8201 (§ 3.7.1), care are:

$$U_n = 380 \text{ V}, \quad I_n = 160 > 181,7 / 1,73 = 105 \text{ A}.$$

În acest caz:

$$I_{pY\Delta} = 1000 / 3 = 333 \text{ A} = 1,83 I_n;$$

$$M_{pY\Delta} = 237,2 / 3 = 79,1 > 55 \text{ daNm}.$$

Pornirea este posibilă și chiar recomandabilă, mai ales cînd postul de transformare este echipat cu un trafa de 630 kVA.

Pentru pornirea prin autotransformator se alege tipul TPS:

$$S_{AT} = 0,71 \cdot 380 \cdot 181,7 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} = 270 \text{ kVA},$$

deci tipul TPS-320/0,38 care are  $S_n = 320 > 270 \text{ kVA}$ . În acest caz:

$$I_{pAT} = 1000/1,57 = 647 \text{ A} = 3,5I_n,$$

$$M_{pAT} = 237,2/1,57^2 = 96,2 > 55 \text{ daNm}.$$

Pornirea este posibilă, însă avînd în vedere curentul de pornire pierderile de energie, spațiul ocupat și costul instalației mai mari decît la pornirea stea-triunghi, se preferă aceasta.

Pentru pornirea prin rezistențe satorice, este necesar un

$$k_{pr} = \sqrt{55/(118,6 \cdot 0,013)} = 5,9$$

(unde  $s_n = (750 - 740)/750 = 0,013$ ), care este mai mare decît prin pornirea directă, deci pornirea nu este convenabilă.

**Exemplul de calcul 11.2.** Reactorul necesar pornirii motorului asincron 4200 kW, 6000 V, 454 A,  $I_p/I_n = 5,9$ ,  $M_p/M_n = 0,67$ , 2990 RPM, știind că cuplul de pornire este de 400 daNm.

Se alege reactorul BR-6/500 pentru care:

$$U_{Rn} = 6000 \text{ V} = U_n; \quad I_{Rn} = 500 > 454 \text{ A}.$$

Se calculează succesiv:

$$M_n = 975 \cdot 4200/2990 = 1370 \text{ daNm};$$

$$M_{pR} = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ daNm}; \quad M_p = 0,67 \cdot 1370 = 918 \text{ daNm};$$

$$x_{mot} = 6000/(1,73 \cdot 5,9 \cdot 454) = 1,295 \text{ } \Omega;$$

$$x_R = 1,295(\sqrt{918/440} - 1) = 0,576 \text{ } \Omega;$$

$$x_R\% = 100 \cdot 0,576 \cdot 500/6000 = 4,8\% \rightarrow 5\%.$$

Se alege BR-6/500-5, pentru care  $x_R = 0,576 \cdot 5/4,8 = 0,6 \text{ } \Omega$ . Rezultă:

$$I_{pR} = 5,9 \cdot 454 \cdot 1,295/(1,295 + 0,6) = 1830 \text{ A} = 4I_n,$$

$$M_{pR} = 918(1830/2679)^2 = 428 \text{ daNm} > 400 \text{ daNm}.$$

### 11.1.2. Pornirea motoarelor electrice asincrone cu inele

**Principiul de funcționare.** Introducerea la pornirea motorului a unei rezistențe în circuitul rotoric va micșora curentul prin acest circuit și implicit pe cel absorbit de stator din rețea. Scoaterea treptată din circuit a acestei



rezistențe, pe măsură ce turația motorului crește, pînă la scurtcircuitarea rotorului cînd se obține turația nominală permite variația curentului și cuplului de pornire între limite convenabile alese și anume:

$$\begin{aligned} I_{pi} &= 1,05 \dots 1,3 I_n; & M_{pi} &\geq M_{r0}, \\ I_{ps} &= 1,5 \dots 2,3 I_n; & M_n &\leq M_{ps} \leq M_{pM}. \end{aligned} \quad (11.11)$$

Aceste limite se asigură prin secționarea rezistențelor de pornire în trepte, o treaptă găsindu-se față de precedenta în raportul:

$$\lambda_p = I_{ps}/I_{pi}. \quad (11.12)$$

Rezistențele de pornire din circuitul rotoric pot fi asigurate de reostate prefabricate (§§ 3.7.3 ... 3.7.5) sau construite în ateliere proprii sau prin rezistențe de pornire.

**Reostatele prefabricate** se aleg conform indicațiilor furnizorului, direct din catalog, fără calcule prealabile, funcție de puterea motorului; fac excepție tipurile:

— *RPU*, la care se determină în prealabil codul reostatului funcție de valoarea raportului  $k$  (v. § 3.7.3 — nota 2) și în cadrul acestui cod se alege puterea reostatului egală sau imediat superioară puterii motorului comandat;

— *RL, RLD*, la care:

- Se stabilesc datele de calcul necesare, pentru motor —  $P_n$ , kW;  $U_2$ , V;  $I_2$ , A;  $n_1$  — turația de sincronism, rot/min;  $t_{pm}$  — timp de pornire, s;  $n_p$  — numărul de porniri în stare rece;  $f_p$  — frecvența pornirilor, porniri/h;  $U_a$ , V și  $f_a$ , Hz — tensiunea și frecvența de alimentare; pentru reostat —  $\theta_1$  — temperatura maximă a electrolitului 75°C;  $\theta_a$  — temperatura mediului înconjurător, °C;

- Se alege tipul de reostat pentru care:

$$I_n \geq I_2; \quad U_n \geq U_2; \quad t_{pm} \leq t_{pr}. \quad (11.13)$$

- Se calculează  $n_{p0}$  și  $f_{p0}$  admise pentru reostatul ales fără grup de răcire *GRL*, care trebuie să satisfacă concomitent inegalitățile:

$$\begin{aligned} n_{p0} &= k_1(\theta_1 - \theta_a)/(k_M t_{pm} P_n) \geq n_p, \\ f_{p0} &= 3\,600/[t_{pm}(1 + k_3 k_M P_n/(\theta_1 - \theta_a))] \geq f_p. \end{aligned} \quad (11.14)$$

• În caz contrar, rezultă necesar *GRL*, care se alege de tipul care satisface concomitent inegalitățile:

$$\begin{aligned} n_{pp} &= k_2(\theta_1 - \theta_a) \cdot 10^3 / [t_{pm}(430 k_M P_n - Q_s)] \geq n_p, \\ f_{ps} &= 3\,600 Q_s / [t_{pm}(Q_s + 430 k_M P_n)] \geq f_p, \end{aligned} \quad (11.15)$$

unde  $Q_s$  este puterea de transfer a *GRL* în kcal/h, cu valorile:

| Tip grup răcire |            | GRL-50       | GRL-100        | GRL-2×100          |
|-----------------|------------|--------------|----------------|--------------------|
| $Q_s$           | kcal<br>kW | 50 000<br>58 | 100 000<br>116 | 2×100 000<br>2×116 |

iar  $k_1, k_2, k_3$  — coeficienții de calcul cu valorile:

| Coeficienți |  | $k_1$  | $k_2$  | $k_3$ |
|-------------|--|--------|--------|-------|
| RL-1, RLD-1 |  | 7400   | 3170   | 7,70  |
| RL-2, RLD-2 |  | 18 450 | 7920   | 4,85  |
| RL-3        |  | 39 160 | 16 780 | 2,60  |

• Rezistența maximă de pornire a reostatului, obținută prin concentrația electrolitului, este dată de relația

$$R_{pM} = kU_2/(\sqrt{3} I_2). \quad (11.16)$$

Exemple de scheme electrice de utilizare a reostatelor de pornire se dau în fig. 11.7, *a*.

**Reostatele confecționate în ateliere proprii** se calculează după cum urmează:

• Funcție de puterea motorului se alege numărul treptelor de pregătire  $r_{pri}$  (dacă e cazul) și al celor de pornire  $r_{ps}$  conform recomandării din fig. 11.6;

• Se calculează rezistențele totale ale circuitului rotorice de pregătire (dacă e cazul) și de pornire cu relațiile:

$$R_{prT} = U_2/(\sqrt{3} k_{2pr} I_2); \quad R_{pT} = U_2/(\sqrt{3} k_{2p} I_2); \quad (11.17)$$

unde:  $I_2, U_2$  sînt valorile nominale ale curentului, în A, și tensiunii rotorice, în V;  $k_{pr} = I_{2pr}/I_2 \leq 1$  — coeficient de

pregătire a pornirii;  $k_{2p} = I_{2p}/I_2 = 1,5 \dots 2,3$  — coeficient de pornire;

• Se divizează rezistența de pregătire în trepte (la reostatele simetrice) conform relațiilor:

$$\begin{aligned} r_{pr1} &= (\lambda_{pr} - 1)R_{prT}; & R_{n+1} &= \lambda_{pr}R_{prT}; \\ r_{pr2} &= \lambda_{pr}r_{pr1}; & R_{n+2} &= \lambda_{pr}^2R_{prT}, \end{aligned} \quad (11.18)$$

unde  $\lambda_{pr} = I_{ps}/I_{p0} = \sqrt[k]{R_{prT}/R_{prT}}$  este factorul de divizare ( $k$  — numărul de trepte de pornire ales);

• Se divizează  $R_p$  în trepte; pentru rezistențe simetrice:

$$\begin{aligned} r_{p1} &= (\lambda_p - 1)r_2 & R_1 &= \lambda_p r_2 \\ r_{p2} &= \lambda_p r_{p1} & R_2 &= \lambda_p^2 r_2 \\ &\vdots & &\vdots \\ r_{p(n-1)} &= \lambda_p r_{p(n-2)} & R_{n-1} &= \lambda_p^{n-1} r_2 \\ r_{pn} &= \lambda_p r_{p(n-1)} & R_n &= \lambda_p^n r_2 \end{aligned} \quad (11.19)$$

iar pentru rezistențe asimetrice, conform tabelului:

| Treapta | Faza R                         | Faza S                     | Faza T                         |
|---------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 0       | $R_{0R} = R_0$                 | $R_{0S} = R_0$             | $R_{0T} = R_0$                 |
| 1       | $R_{1R} = \lambda_p^2 R_0$     | $R_{1S} = \lambda_p R_0$   | $R_{1T} = R_0$                 |
| 2       | $R_{2R} = \lambda_p^2 R_0$     | $R_{2S} = \lambda_p R_0$   | $R_{2T} = \lambda_p^2 R_0$     |
| 3       | $R_{3R} = \lambda_p^2 R_0$     | $R_{3S} = \lambda_p^2 R_0$ | $R_{3T} = \lambda_p^2 R_0$     |
| 4       | $R_{4R} = \lambda_p^5 R_0$     | $R_{4S} = \lambda_p^2 R_0$ | $R_{4T} = \lambda_p^3 R_0$     |
| 5       | $R_{5R} = \lambda_p^5 R_0$     | $R_{5S} = \lambda_p^4 R_0$ | $R_{5T} = \lambda_p^5 R_0$     |
| 6       | $R_{6R} = \lambda_p^5 R_0$     | $R_{6S} = \lambda_p^3 R_0$ | $R_{6T} = \lambda_p^6 R_0$     |
| .       | .                              | .                          | .                              |
| .       | .                              | .                          | .                              |
| .       | .                              | .                          | .                              |
| n       | $R_{nR} = \lambda_p^{n+1} R_0$ | $R_{nS} = \lambda_p^n R_0$ | $R_{nT} = \lambda_p^{n-1} R_0$ |

unde  $\lambda_p = I_{ps}/I_{pi} = \sqrt[n]{R_{pT}/R_0}$ , iar  $r_2$ ,  $R_0$  — v. fig. 11.6.



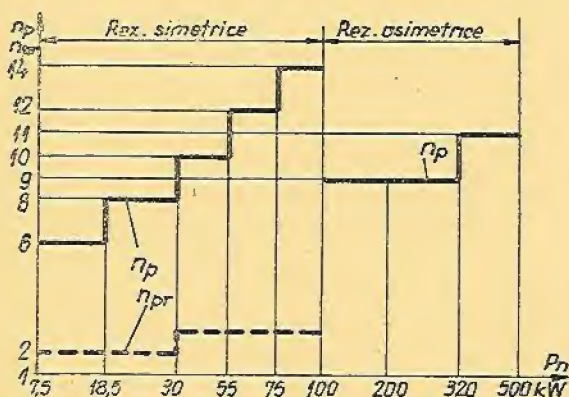
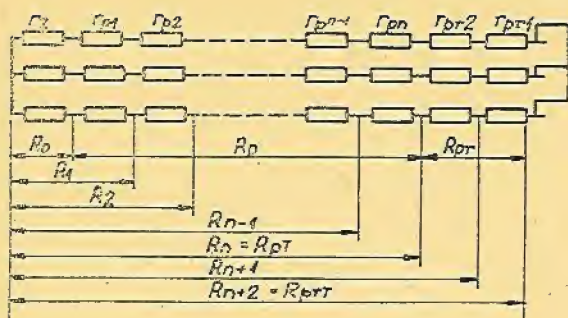


Fig. 11.6. Alegerea treptelor de rezistență ale reostatelor.

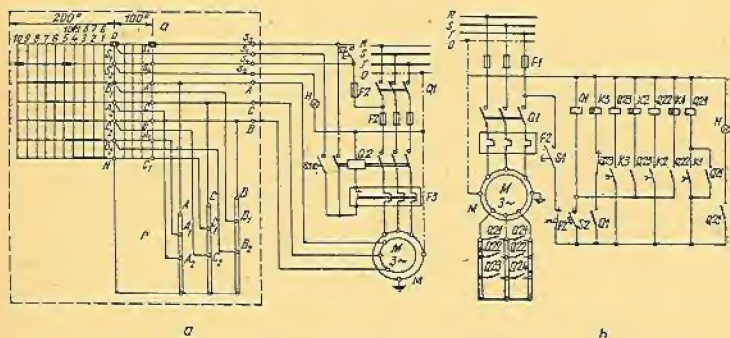


Fig. 11.7. Pornirea motoarelor asincrone cu inele prin reostat;  
a — comandat prin controler; b — comutare prin contactoare.

Rezistențele de pornire se utilizează și pentru reglajul turației și pot fi comandate prin controler sau contactoare (v. fig. 11, b); fiind parcurse de curent timp mai îndelungat, au o dimensionare mai robustă decât reostatetele numai pentru pornire și asigurarea mai atentă a răcirii.

Exemplul de calcul 11.3. RPUm pentru motorul MAP2 — 132 kW, 380/660 V,  $U_2 = 447$  V,  $I_2 = 187$  A.

$$k = 447/187 = 2,39 \rightarrow \text{gabarit 5.}$$

Se alege RPUm-5/200  $\rightarrow$  (200 > 132 kW).

Exemplul de calcul 11.4. Reostatul de pornire pentru motorul MAP2 — 1250 kW, 6 kV cu  $n_1 = 1500$  rot/min,  $U_2 = 1410$  V,  $I_2 = 520$  A,  $k_M = 1,2$ ;  $n_p = 3$ ,  $f_p = 7$ ,  $t_{pm} = 100$  s,  $\theta_a = 35^\circ\text{C}$ .

Reostatul care satisface condițiile (11.13) este RL-2 cu:

$$I_n = 1000 \text{ A} > I_2 = 520 \text{ A}; \quad U_n = 3000 \text{ V} > U_2 = 1410 \text{ V};$$

$$t_{pr} = 120 \text{ s} > t_{pm} = 100 \text{ s.}$$

Fără GRL sînt permise:

$$n_{p0} = 18\,450(75 - 35)/(1,2 \cdot 100 \cdot 1250) = 4,92 > 3 \text{ porniri,}$$

$$f_{p0} = 3600/[100(1 + 2,6 \cdot 4,85 \cdot 1250/40)] = 0,9 < 7 \text{ porniri/h.}$$

Este deci necesar GRL care să asigure  $f_p = 7$  și care trebuie să aibă puterea minimă de transfer

$$Q_s = 430 \cdot 1,2 \cdot 1250 \cdot 7 \cdot 100/(3600 - 7,100) = 155\,700 \text{ kcal.}$$

Se alege GRL —  $2 \times 100\,000$  care poate fi montat la RL-2 și care permite

$$f_{p0} = 3600 \cdot 2 \cdot 100\,000/[100(2 \cdot 100\,000 + 430 \cdot 1,2 \cdot 1250)] = \\ = 8,5 \text{ porniri/h} > 7 \text{ porniri/h.}$$

Exemplul de calcul 11.5. Calculul reostatului de pornire pentru motorul asincron trifazat cu inele:  $P_n = 320$  kW,  $U_n = 6$  kV,  $k_M = 2,5$ ,  $U_2 = 690$  V,  $I_2 = 300$  A,  $r_2 = 0,048 \, \Omega$ ,  $M_{r0} < M_n$ .

Conform diagramei din fig. 11,6 se alege un reostat cu 11 trepte asimetriche. Calculul se sintetizează în tabelul de mai jos, după determinarea prealabilă a:

$$R_{pT} = 690/(1,73 \cdot 1,5 \cdot 300) = 0,886 \, \Omega; \quad R_0 = r_2 = 0,048 \, \Omega;$$

$$\lambda_p = \sqrt[11]{0,886/0,048} = 1,303$$

| Treapta | Faza R, $\Omega$  | Faza S, $\Omega$  | Faza T, $\Omega$  |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0       | $R_{0R} = 0,048$  | $R_{0S} = 0,048$  | $R_{0T} = 0,048$  |
| 1       | $R_{1R} = 0,082$  | $R_{1S} = 0,063$  | $R_{1T} = 0,048$  |
| 2       | $R_{2R} = 0,082$  | $R_{2S} = 0,063$  | $R_{2T} = 0,106$  |
| 3       | $R_{3R} = 0,082$  | $R_{3S} = 0,139$  | $R_{3T} = 0,106$  |
| 4       | $R_{4R} = 0,182$  | $R_{4S} = 0,139$  | $R_{4T} = 0,106$  |
| 5       | $R_{5R} = 0,182$  | $R_{5S} = 0,139$  | $R_{5T} = 0,237$  |
| 6       | $R_{6R} = 0,182$  | $R_{6S} = 0,308$  | $R_{6T} = 0,237$  |
| 7       | $R_{7R} = 0,402$  | $R_{7S} = 0,308$  | $R_{7T} = 0,237$  |
| 8       | $R_{8R} = 0,402$  | $R_{8S} = 0,308$  | $R_{8T} = 0,524$  |
| 9       | $R_{9R} = 0,402$  | $R_{9S} = 0,682$  | $R_{9T} = 0,524$  |
| 10      | $R_{10R} = 0,886$ | $R_{10S} = 0,682$ | $R_{10T} = 0,524$ |
| 11      | $R_{11R} = 0,886$ | $R_{11S} = 0,682$ | $R_{11T} = 1,154$ |

Deoarece rezistențele din tabel le includ pe cele ale înfășurării rotorice, rezistențele pe trepte ale reostatului vor fi:

| $n_p$            | 1     | 2     | 3     | 4   | 5     | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    | 11    |
|------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| $r_{pR}, \Omega$ | 0,034 |       |       | 0,1 |       |       | 0,22 |       |       | 0,484 |       |
| $r_{pS}, \Omega$ | 0,015 |       | 0,076 |     |       | 0,169 |      |       | 0,374 |       |       |
| $r_{pT}, \Omega$ | 0,048 | 0,058 |       |     | 0,131 |       |      | 0,287 |       |       | 0,630 |

### 11.1.3. Pornirea motoarelor sincrone

Obișnuit se pornesc în asincron, rotorul fiind prevăzut cu o înfășurare suplimentară din bare în colivie. Curentul absorbit din rețea este de  $5 \dots 7,5 \cdot I_n$  și poate fi redus, dacă situația locală o cere, prin reactor sau prin autotransformator (§ 11.1.1).

Înainte de pornire înfășurarea de excitație a rotorului se închide pe o rezistență de pornire pentru anihilarea efectului t.e.m. care s-ar induce la pornire. Dacă este cazul



se introduce în circuitul statoric reactorul sau autotransformatorul și se cuplează motorul la rețea. Când turația atinge valoarea de intrare în sincronism, se scoate din circuit agregatul de pornire și se comută înfășurarea de excitație de pe rezistența de pornire pe excitatoare.

Trebuie avut în vedere că cuplul de pornire este foarte mic ( $0,2 \dots 0,3 \cdot M_n$ ) și deci motorul se pornește în gol sau la sarcini foarte reduse.

Schema de conectare a motoarelor sincrone este arătată în fig. 11.16.

#### 11.1.4. Pornirea motoarelor de curent continuu

Pornirea prin reostat limitează curentul absorbit de motor, care numai prin rezistența indusului  $R_a$  ar avea valoarea

$$I_{p0} = U/R_a = (10 \dots 20) I_n,$$

(rotorul fiind în repaus), la valoarea

$$I_{pM} = U/(R_a + R_{pM}) = (1,75 \dots 1,5) I_n, \quad (11.20)$$

unde  $R_{pM} = \Sigma R_{pi}$  este rezistența maximă a reostatului cu mai multe trepte de rezistență  $R_{pi}$  ( $1,75$  — la puteri mici,  $1,5$  — la puteri mai mari).

După ce indusul începe să se rotească, în înfășurarea sa apare o t.c.m. de sens contrar tensiunii aplicate, care micșorează curentul absorbit; la  $(1,3 \dots 1,1) I_n$  se scoate o treaptă din circuit, curentul crește pînă la maximum (11.20); turația crescînd mai departe, curentul iarăși scade ș.a.m.d. pînă la atingerea turației nominale, cînd reostatul este scos complet din circuitul indusului și

$$I = (U - E)/R_a. \quad (11.21)$$

Reostatul se calculează pentru un curent de pornire mediu:

$$R_p = U/(1,5 \dots 1,3) I_n - R_a. \quad (11.22)$$

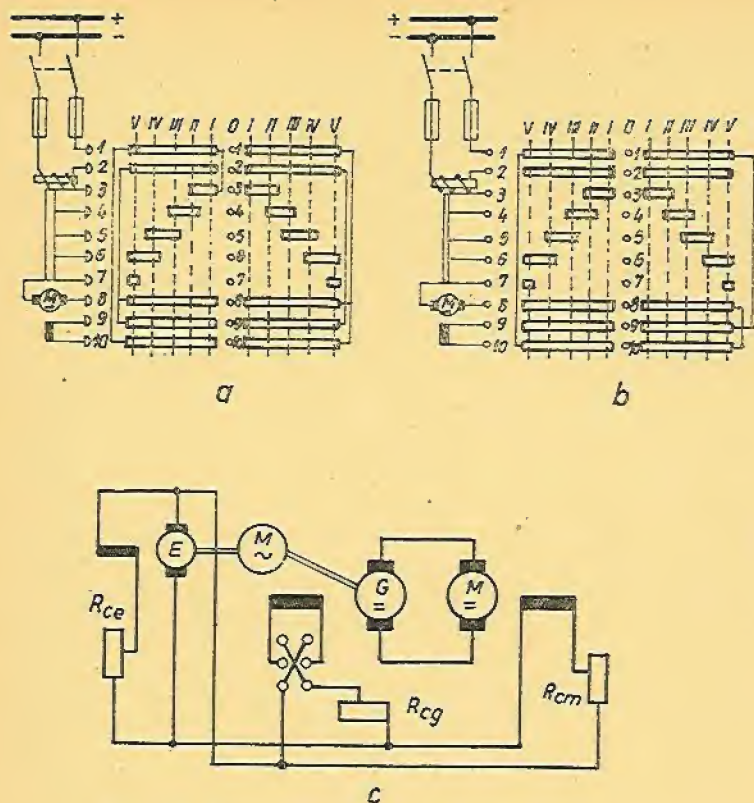


Fig. 11.8. Pornirea motoarelor de curent continuu:

*a* — prin controler, excitație serie; *b* — idem, derivație; *c* — prin grup Ward-Leonard.

Datorită pierderilor de energie și dimensiunilor mari, pornirea prin reostat se utilizează numai la motoare de mică putere, obișnuit ca fabricate speciale pentru motorul respectiv (v. § 3.7.5).

Exemple de scheme electrice de pornire prin reostat se dau în fig. 11.8, *a*, *b*.

Pornirea cu tensiune variabilă, servind și pentru reglarea turației, se face, mai rar, prin metodele clasice grup Ward-

Leonard (M-G) eventual Ilgner (G-M-V) sau, tot mai utilizate, prin convertizoare statice (cu tiristoare).

*Pornirea prin grup Ward-Leonard* (fig. 11.8, c) se face menținând constantă excitația motorului din  $R_{cm}$  și reglând t.e.m. a generatorului din  $R_{cg}$ , astfel ca  $I_p$  să aibă valoarea dorită. Pierderile în acest caz sînt minime și pornirea ușoară; totuși din cauza dificultăților legate de construcția și utilizarea mașinilor de c.c. ca și a dimensiunilor instalației, se preferă:

*Pornirea prin convertizoare statice* tip CM sau VARET (§ 3.7.9) a căror alegere se face funcție de motorul comandat conform indicațiilor furnizorului, menționate orientativ în §§ 7.4.3, 7.4.4, 3.7.9. și 11.2.2. Se menționează că pentru a nu introduce regimul deformant în rețeaua de alimentare trebuie ca

$$S_{ka} \geq 100 S_{nc}, \quad (11.23)$$

unde  $S_{ka}$  este puterea de scurtcircuit a rețelei de alimentare, iar  $S_{nc}$  — puterea nominală a convertizorului.

Schemele de legături a motoarelor la convertizoare sînt arătate în fig. 3.20.

## 11.2. Reglajul turației motoarelor electrice

### 11.2.1. Reglajul turației motoarelor asincrone

**Principiul de reglaj.** Turația motoarelor asincrone în rot/min

$$n = 60f_1(1 - s)/p, \quad (11.24)$$

poate fi reglată fie schimbînd  $p$  — numărul de perechi de poli, fie variînd  $f_1$  — frecvența tensiunii statorice sau  $s$  — alunecarea.

**Reglajul turației prin schimbarea numărului de perechi de poli** se adoptă pentru motoarele asincrone în colivie bobinate ca atare (§ 7.2.4). Reglajul se face în două sau trei trepte, cu raportul de 2/1, respectiv 1,5/1 între turațiile sincrone,



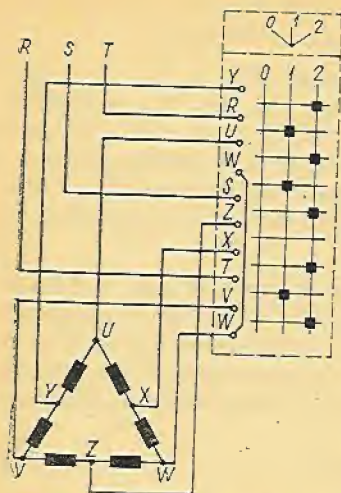


Fig. 11.9. Principiul reglajului prin schimbarea numărului de perechi de poli (conectare Dahlander).

iar la  $f_n$ , tensiunea, cuplul și puterea au valorile nominale; dacă  $f > f_n$ ,  $U/f$ ,  $\Phi_m$  și  $M$  scad. Pe de altă parte, la frecvență scăzută ventilația proprie a motorului își pierde eficiența, iar la frecvență mărită se măresc pierderile în miezul magnetic; de asemenea, armonicile de curent generate de forma dreptunghiulară a tensiunii de ieșire (v. fig. 3.22) ca și  $U_M = 360 < 380$  V măresc pierderile; aceste considerente impun caracteristica de utilizare  $M-f$  menționată în fig. 3.22, precum și recomandarea ca pentru  $f > 50$  Hz și  $U > U_n$  să se obțină acordul furnizorului;

— Convertizorul este capabil de sarcini de scurtă durată, permițând motoarelor să funcționeze la cupluri de pornire și la șocuri de sarcină;

— Dacă convertizorul servește mai multe motoare (v. fig. 3.22), protecția acestora trebuie corelată cu a convertizorului ( $I_{fm} = I_{fc}$ ) pentru selectivitate);

prin comutarea convenabilă a secțiunilor bobinajelor de fază (fig. 11.9).

Prin micșorarea turației, performanțele motorului scad, ceea ce impune atenție în alegerea lor.

**Reglajul turației prin variația frecvenței curentului statoric** se face cu ajutorul convertizoarelor CSFV (§ 3.7.10) care dau la ieșire tensiunea și frecvența variabile în limitele 35 ... 360 V, 5 ... 200 Hz. Alegerea convertizoarelor adecvate motoarelor comandate trebuie să aibă în vedere următoarele:

— Variind  $U$  și  $f$  în raportul  $U/f = \text{const.}$  pînă la  $f_n$ , fluxul magnetic al motorului și deci cuplul rămîn constante,

— Prețul relativ mare al convertizorului este compensat de prețul mai scăzut al motorului de c.a. față de al motorului de c.c. și de costul fundației și al exploatării.

**Reglajul turației prin variația alunecării** se adoptă la motoarele asincrone cu inele prin introducerea în circuitul rotorului a reostatelor de pornire și reglaj (§ 3.7.4, 3.7.5). Alunecarea

$$s = p_{Cu2}/P \equiv (r'_2 + R'_r), \quad (11.25)$$

( $p_{Cu2}$  — pierderile în circuitul rotorului,  $P$  — puterea electromagnetică a motorului,  $r'_2$  — rezistența înfășurării rotorice redusă la stator,  $R'_r$  — idem, a reostatului de reglaj) permite, prin variația lui  $R_r$ , obținerea unor turații variabile sub turația nominală. Reglajul nefiind însă sensibil în sarcini reduse și fiind și neeconomic din cauza pierderilor, se aplică de regulă numai la motoare de puteri relativ reduse și numai în cazuri extreme la motoare mari.

Alegerea reostatelor de pornire și reglaj sau dimensionarea rezistențelor în același scop se fac similar ca pentru pornire (v. § 11.1.2) cu mențiunea că pentru reostatul tip  $RL$ ,  $RDL$ , după verificarea la condițiile de pornire, se face și verificarea la condițiile de reglaj cu relațiile:

$$Q_{pc} = 860 P_n(n - n_x)/n \leq Q_s \text{ sau} \quad (11.26)$$

$$Q_{pv} = Q_{pc}(n/n_x)^2 \leq Q_s,$$

unde:  $Q_{pc}$  este puterea disipată la  $M_r = \text{const.}$ ;  $Q_{pv}$  — idem, la  $M_r$  variabil;  $Q_s$  — puterea de transfer a  $GRL$  — v. (11.15); dacă inegalitatea (11.26) calculată nu este satisfăcută, se alege alt  $GRL$ , eventual cu schimbarea tipului de reostat care permite utilizarea grupului de răcire necesar (v. § 3.7.5).

**Exemplul de calcul 11.6.** Reostatul ales în exemplul 11.4 poate fi utilizat și la reglajul turației la cuplu variabil, știind că  $n_x = 1300$  rot/min.

$$\begin{aligned} Q_{pv} &= 860 \cdot 1250 (1500 - 1300) \cdot 1500/1300^2 = \\ &= 190\,828 < 2 \cdot 100\,000 \text{ kcal,} \end{aligned}$$

deci reostatul  $RL-2$  cu  $GRL-2.100\,000$  cod  $RL-2\,117\,068$  convine și pentru reglajul turației.



### 11.2.2. Reglajul turației motoarelor de c.c.

Turația motoarelor de c.c.

$$n = U - R_a I_a / (k_E \Phi) \quad (11.27)$$

poate fi reglată fie variind  $U$  — tensiunea de alimentare, fie variind  $\Phi$  — fluxul inductor prin variația excitației mașinii.

Procedeele moderne utilizează convertizoare statice, la noi de tipurile menționate la pornirea motoarelor de c.c. (§ 11.1.3); pentru utilizarea lor la reglajul turației se menționează:

— Convertizoarele miniatură tip *CM*, utilizate pentru motoarele de c.c. de uz general (§ 3.7.9) cu excitație separată sau uneori mixtă, reglează turația numai prin variația tensiunii rotorice, funcționînd la cuplu constant pe toată gama de reglaj, cu excepția motoarelor autoventilate la care scăderea turației implică scăderea lineară a cuplului pînă la valoarea menționată la turația minimă și luată în considerație; gama de reglaj maxim este 1 : 100 la motoarele echipate cu tahogenerator și 1 : 20 la acționările echipate cu traductoare de tensiune, iar domeniul de turație este indicat în § 7.4.3 pentru fiecare motor;

— Convertizoarele *VARET* utilizate pentru motoarele *MCU* la acționarea mașinilor-unelte cu comandă numerică (§ 3.7.9 — nota 2) reglează turația prin variația tensiunii pe indus între o valoare minimă egală cu circa  $n_M/100$  (la comandă și  $n_M/200$ , 500, 1 000) și o valoare maximă  $n_M$ , menționate pentru fiecare motor în § 7.4.4; între  $n_m$  și  $n_n$  cuplul este constant, iar puterea crește liniar cu turația, iar între  $n_n$  și  $n_M$  cerută de acționare puterea este constantă și cuplul scade conform diagramei din fig. 3.21.

Schemele electrice de conectare sînt aceleași ca la pornire.

### 11.3. Instalații de forță de joasă tensiune

#### 11.3.1. Dimensionarea circuitelor

**Curenții de calcul.** Pentru circuite care alimentează un singur receptor și anume:

— motor electric de acționare,

$$I_c = 1,15 P_i / k_f U \cos \varphi_n \eta_n; \quad (11.28)$$



—cuptor electric cu rezistențe racordat direct sau prin trafo:

$$I_c = P_i/k_f U \text{ sau } I_c = S_n/k_f U \eta_T; \quad (11.29)$$

—agregate de sudură cu transformator,

$$I_c = 1,15 S_n \sqrt{DA}/k_f U \eta_T; \quad (11.30)$$

—redresoare și convertizoare,

$$I_c = U_s I_s / k_f \cos \varphi_n \eta_n; \quad (11.31)$$

unde:  $P_i$  este puterea instalată calculată conform relațiilor (9.10 ... 9.14), în V;  $k_f$ —factor de fază egal cu 1 în c.a. monofazat și c.c. și cu  $\sqrt{3}$  în c.a. trifazat;  $U$ —tensiunea de alimentare, în V;  $\cos \varphi_n$ —factor de putere nominal (în c.c. egal cu 1);  $S_n$ —puterea nominală a transformatorului;  $\eta_n$ —randamentul nominal;  $\eta_T$ —randamentul transformatorului la sarcină nominală;  $DA$ —durata de anclanșare;  $U_s, I_s$ —tensiunea și curentul la ieșire la sarcină nominală, în V, respectiv A.

Pentru receptoare conectate la același circuit ( $i = 2 \dots 10$ ) cu o putere maximă însumată de 10 kW):

$$I_c = \Sigma I_{ct}, \quad (11.32)$$

unde  $\Sigma I_{ct}$  sînt curenții de calcul ai receptoarelor racordate determinați corespunzător cu una din relațiile (11.28—11.31)

Corespunzător la pornire:

$$I_p = k_p I_n, \text{ respectiv } I_p = I_{pM} + I_{nR},$$

unde:  $I_p$  este curentul de pornire, în A;

$k_p$  — factor de pornire; valori (cînd nu se dau):

|   |                       |       |
|---|-----------------------|-------|
| Motor asincron în colivie sau sincron cupornire<br>în asincron: | directă               | 6,5÷8 |
|   | Y-A                   | 2,5÷3 |
| motor asincron cu rotor bobinat                                 | circa 1<br>1,5÷2<br>1 |       |
| motor de curent continuu  |                       |       |
| rest receptoare (dacă nu sînt alte date)                        |                       |       |

$I_{pM}$  este curentul de pornire maxim din grupa de receptoare, în A;

$I_{nR}$  — suma curenților nominali ai restului receptoarelor din grupă în A;

rest — v. relațiile anterioare.

**Protecția circuitelor.** La scurtcircuit:

- Prin siguranțe fuzibile (de regulă) sau relee electromagnetice (cînd:  $I_{pr} \geq 630$  A; e necesară reanclanșarea imediată după declanșarea de protecție; funcționează frecvent cu suprasarcină; aparatul de conectare este comandat și de alte protecții);

- Se prevede de regulă pentru fiecare receptor; se admite o protecție comună pentru receptoarele în derivație pe același circuit dacă  $I_f \leq 16$  A — 380 V sau 20 A — 220 V sau fiecare receptor este protejat la suprasarcină, iar  $I_f$  asigură secțiunea derivației;

- Condiții:

$$I_c \leq I_{pr} \leq k_s I_p \quad \text{și} \quad I_{ft} \geq I_{pr} \leq k_c I_{ad}, \quad (11.33)$$

unde:  $I_{pr}$  este curentul de pornire a protecției, în A;

$k_s$  — coeficientul de siguranță al protecției; valori:

| Pentru relee electromagnetice |        |                             |   | 1,2         |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|---|-------------|
| pentru siguranțe              | rapide | Mașini rotative cu pornire: | ușoară ( $t_p \leq 10$ s, porniri rare) | 0,4         |
|                               | lente  |                             |   | 0,23        |
|                               | rapide |                             | greă ( $t_p > 10$ s, porniri dese)      | 0,5 ÷ 0,6   |
|                               | lente  |                             |   | 0,28 ÷ 0,36 |
|                               | rapide | Receptoare statice:         | fără protecție la suprasarcină          | 1           |
|                               | lente  |                             |   | 1           |
|                               | rapide |                             | cu protecție la suprasarcină            | 1,4         |
|                               | lente  |                             |   | 1           |

$I_{jt}$  este curentul nominal al fuzibilului cerut pentru protecția releului termic, în A;

$k_c$  — coeficient de siguranță pentru încărcarea conductorului egal cu 3 pentru siguranțe fuzibile și 4,5 pentru relee electromagnetice;

$I_{ad}$  — curentul maxim admis în conductor în regim permanent, determinat funcție de condițiile de pozare (v. §§ 2.1.3.2, 2.1.3.5, 2.1.3.6), în A;

La suprasarcină:

- Prin relee termice care comandă declanșarea contactorului sau întreruptorului receptorului;

- Se prevede pentru toate receptoarele susceptibile de: suprasarcină; nu-i obligatorie pentru motoarele sub 1 kW, cu porniri rare și fără suprasarcini posibile;

- Condiții:

$$k_c I_{ad} \geq k_m k_0 I_c, \quad (11.34)$$

unde:  $k_c$  este coeficient de siguranță pentru încărcarea conductorului egal cu 1,5;

$k_m$  — coeficient de montaj egal cu 1 în montaj A sau  $1/\sqrt{3}$  în montaj B — fig. 3.16;

$k_0$  — coeficient de corecție funcție de temperatura mediului ambiant; valori:

| $\theta, ^\circ\text{C}$ | -20  | -10 | 0    | +10  | +35  | +40 | +50  |
|--------------------------|------|-----|------|------|------|-----|------|
| $k_r$                    | 0,87 | 0,9 | 0,93 | 0,96 | 1,07 | 1,1 | 1,55 |

$I_c$  — v. relațiile anterioare.

La tensiune minimă:

- Prin declanșatoare de tensiune minimă cu temporizare incluse în întreruptorul automat al receptorului;

- Se prevede la motoarele care pornesc prin demarare acționate manual sau a căror autopornire nu este permisă din motive de securitate sau tehnologice;

- Condiții:

$$U_{pr} = (0,3 \dots 0,7) U_n; \quad t_{pr} = 0,1 \dots 0,5 \text{ s.} \quad (11.35)$$



**Secțiunea conductoarelor.** Se alege tipul de conductor corespunzător mediului de pozare și destinației (v. subcap. 1.5) cu  $s_c$ , în  $\text{mm}^2$ , pentru care

$$I_c \leq I_{ad} \leq I_{pr}/k_c, \quad (11.36)$$

unde toți termenii sînt cunoscuți din relațiile anterioare.

Se verifică secțiunea aleasă la:

- Căderea de tensiune față de barele tabloului general, în regim normal și la pornire în %:

$$\begin{aligned} \Delta U &\approx AU_a + \frac{k_u I_c \cos \varphi}{\gamma s_c U_n} \leq 5\%, \\ \Delta U_p &\approx AU_{ap} + \frac{k_u I_p \cos \varphi_p}{\gamma s_c U_n} \leq 12\%, \end{aligned} \quad (11.37)$$

unde:  $k_u$  este un coeficient de fază și procent egal cu 200 în c.c. și c.a. monofazat sau 173 în c.a. trifazat;

$l$  — lungimea simplă a circuitului, în m;

$\gamma$  — conductivitatea materialului (32 — Al, 54 — Cu), în  $\text{Sm/mm}^2$ ;

$\cos \varphi_p$  — factorul de putere la pornire; se poate considera egal cu 0,4;

$\Delta U_{a(p)}$  — v. (11.4.3); indicele  $p$  se referă la pornire; rest — v. relațiile anterioare.

- Stabilitatea termică la pornire:

$$I_p/s_c \leq j_{ad}, \quad (11.38)$$

unde  $j_{ad}$  este densitatea de curent admisă 35  $\text{A/mm}^2$  — Cu și 20  $\text{A/mm}^2$  — Al;

- Rezistența mecanică:

$$s_c \geq s_{mad}, \quad (11.39)$$

unde  $s_{mad}$  este secțiunea minimă admisă (v. § 16.17), în  $\text{mm}^2$

În cazul conductoarelor izolate, funcție de numărul lor și de condițiile de pozare se alege tubul de protecție corespunzător (v. § 2.5.1).

**Exemplul de calcul 11.7.** Să se aleagă circuitele receptoarelor din exemplul 9.3, amplasate ca în fig. 11.14 și racordate la TF2, știind că  $\Delta U_a = 1,7\%$  și  $\Delta U_{ap} = 2,67\%$ .

Pentru cuptorul cu rezistență, poziția 13:

$$I_c = 14 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380) = 21,3 \text{ A}; \quad I_p = 1 \cdot 21,3 = 21,3 \text{ A}$$

$$I_f = 1,4 \cdot 21,3 = 29,8 \text{ A} - \text{se alege LFi-63/35 A};$$

Conductoare: ACYY-1 kV -  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  pentru care,

$$I_c = 21,3 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_f/3 = 11,7 \text{ A},$$

$$j_p = 21,3/4 = 5,33 < 20 \text{ A/mm}^2,$$

$$\Delta U = 1,7 + 173 \cdot 8 \cdot 21,3/3(2 \cdot 4 \cdot 380) = 2,3 < 5\%,$$

$$\Delta U_p = 2,67 + 0,61 = 3,3 < 12\%.$$

Pentru circuitul ventilatorului, poziția 15:

$$I_c = 1,15 \cdot 4 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 0,89) = 9,7 \text{ A};$$

$$I_p = 1,7 \cdot 9,7 = 67,9 \text{ A}; \quad I_f = 0,5 \cdot 67,9 = 33,95 \text{ A} \rightarrow \text{LFI-63/35 A}.$$

Protecția la suprasarcină prin releu TSA (numai pentru ventilator celelalte utilaje avînd-o asigurată în instalația proprie):

$$I_t = 1 \cdot 1,9 \cdot 7 = 9,7 \text{ A} \rightarrow 11/9,7 \text{ A}.$$

Conductoare: ACYY - 1 kV -  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  pentru care,

$$I_c = 9,7 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_f/3 = 11,7 \text{ A},$$

$$j_p = 67,9/4 = 16,98 < 20 \text{ A/mm}^2,$$

$$\Delta U = 1,7 + 173 \cdot 5 \cdot 9,7/32 \cdot 4 \cdot 380 = 1,87 < 5\%,$$

$$\Delta U_p = 2,67 + 173 \cdot 5 \cdot 67,9/(12 \cdot 4 \cdot 380) = 3,44 < 12\%.$$

Pentru celelalte receptoare rezultatele calculelor sînt sintetizate în tabelul de mai jos, toate satisfăcînd dimensionarea:

| Poz.  | $I_c/I_p, \text{ A}$ | $I_f, \text{ A}$ | $s_c, \text{ mm}^2 / I_{ad}, \text{ A}$ | $I_f/3, \text{ A}$ | $j_p, \text{ A/mm}^2$ | $U/U_p, \%$ |
|-------|----------------------|------------------|---|--------------------|-----------------------|-------------|
| 10;11 | 27,3/68,3            | 35               | 6/34                                    | 11,67              | 11,38                 | 1,85/2,87   |
| 14    | 19,8/148,5           | 80               | 10/47                                   | 26,67              | 14,85                 | 1,77/2,92   |
| 5     | 5,5/44               | 25               | 2,5/18                                  | 8,33               | 17,60                 | 1,72/2,87   |
| 4     | 4,7/37,4             | 20               | 2,5/18                                  | 6,67               | 14,96                 | 1,84/3,27   |
| 7     | 9,7/67,9             | 35               | 4/27                                    | 11,67              | 16,98                 | 1,92/3,44   |
| 6     | 2/11                 | 10               | 2,5/18                                  | 3,33               | 4,40                  | 1,78/2,92   |

### 11.3.2. Dimensionarea coloanelor

**Curenții de calcul.** În regim normal de funcționare,  $I_c$  se calculează cu una din relațiile (9.8) sau (9.9) — recomandabil ultima — tabelul 5.4.4.

Curentul de vîrf

$$I_p \approx 1,1 I_c + I_{pM}, \quad (11.40)$$

unde  $I_{pM}$  este cel mai mare curent de pornire alimentat din tabloul a cărei coloană se calculează.

**Protecția coloanelor.** Obișnuit la scurtcircuit, prin siguranțe fuzibile sau (în condițiile 11.3.1 + cazul cînd tabloul este alimentat în buclă) prin declanșatoare electromagnetice.

Condiții:

$$I_{prM\text{aval}} + \Delta I_{pr} \leq I_{pr} \leq I_c; \quad I_{pr} = k_c I_{ad}, \quad (11.41)$$

unde:  $I_{prM\text{aval}}$  este curentul maxim al protecției circuitelor din tabloul de sosire a coloanei, în A;

$\Delta I_{pr}$  — treptele de curent necesare asigurării selectivității protecției — minimum două pentru aparate de protecție de același tip, sau determinate după caracteristicile de fuziune, în alte cazuri, în A;

rest — v. relațiile anterioare.

**Secțiunea conductoarelor.** Se alege  $s_c$ , în  $\text{mm}^2$ , pentru care

$$I_c \leq I_{ad} \leq I_{pr}/k_c \quad (11.42)$$

și se verifică cu relațiile:

$$\Delta U_a = U_0 + \frac{k_u I_c \cos \varphi}{\gamma s_c U_n} = 2,5 \dots 4\%,$$

$$\Delta U_{ap} = \Delta U_{op} + \frac{k_u I_p \cos \varphi_p}{\gamma s_c U_n} = 8 \dots 10\%, \quad (11.43)$$

$$s_{ec} \leq s_c \leq s_{mad}.$$

unde:  $\Delta U_0$ ,  $\Delta U_{op}$  reprezintă căderea de tensiune de regim, respectiv la pornire pînă la tabloul de distribuție din care



pleacă coloana calculată, în%;  $s_{ce}$  — secțiunea economică de curent calculată când condițiile din § 16.1.3 o cer, în mm<sup>2</sup>; restul, v. § 11.3.2.

Exemplul de calcul 11.8. Coloana de alimentare a tabloului TF2 — fig. 11.14 din exemplul 11.7, știind că lungimea ei este de 15 m, iar  $\Delta U_{op} = 1,2\%$  și  $\Delta U_0 = 2,1\%$ .

Prin metoda coeficientului de cerere (§ 9.4.3) se calculează:

$$P_i = 53,5 \text{ kW}; P_c = 45 \text{ kW}; \cos \varphi = 0,89;$$

$$I_c = 45 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,89) = 77 \text{ A} \rightarrow I_c = 77 + 20\% = 94 \text{ A};$$

$$I_p = 7,5 \cdot 19,8 + (94 - 19,8) = 223 \text{ A}; \cos \varphi_p = 0,42;$$

$$I_f = 0,6 \cdot 223 = 133,8 \text{ A} \rightarrow \text{Sist } 201/NT1 - 160 \text{ A}.$$

Conductoare: cablu ACYY-1 kV —  $3 \times 35 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$  pentru care:

$$I_f/3 = 53,3 \text{ A} < I_{ad} = 100 \text{ A} > I_c = 94 \text{ A},$$

$$\Delta U_a = 1,2 + 173 \cdot 15 \cdot 94 \cdot 0,89 / (32 \cdot 35 \cdot 380) = 1,7 < 4\%.$$

$$\Delta U_{ap} = 2,1 + 173 \cdot 15 \cdot 223 \cdot 0,42 / (32 \cdot 35 \cdot 380) = 2,67 < 8\%.$$

### 11.3.3. Alegerea circuitelor motoarelor asincrone trifazate cu tensiunea nominală de 380 V

| $P_n$<br>kW | Pornire directă la 380 V        |       |  |                                   |     |         |     |
|-------------|---------------------------------|-------|--|-----------------------------------|-----|---------|-----|
|             | $I_f$ , A<br>fuzibil cu ardere: |       | $I_s/I_t$<br>(nominal/<br>reglat)<br>A/A | $s_{ca}$ (activ), mm <sup>2</sup> |     |         |     |
|             | Rapidă                          | Lentă |  | Conductor                         |     | Cabluri |     |
|             |                                 |       |  | Cu                                | Al  | Cu      | Al  |
| 1           | 2                               | 3     | 4  | 5                                 | 6   | 7       | 8   |
| 200         | —                               | 630   | 400/385                                  | —                                 | —   | 240     | 300 |
| 160         | —                               | 500   | 320/310                                  | —                                 | —   | 150     | 240 |
| 132         | —                               | 400   | 250/245                                  | 120                               | —   | 95      | 130 |
| 110         | —                               | 300   | 250/205                                  | 95                                | 150 | 95      | 120 |
| 100         | —                               | 315   | 200/190                                  | 95                                | 120 | 70      | 95  |
| 90          | —                               | 315   | 200/171                                  | 70                                | 120 | 70      | 95  |
| 75          | 630                             | 315   | 160/150                                  | 70                                | 95  | 50      | 70  |

| 1    | 2   | 3   | 4        | 5   | 6   | 7   | 8   |
|------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|
| 55   | 500 | 250 | 160/111  | 50  | 70  | 35  | 50  |
| 45   | 400 | 200 | 100/92   | 35  | 50  | 25  | 35  |
| 40   | 315 | 200 | 100/82   | 25  | 35  | 16  | 25  |
| 37   | 200 | 160 | 100/77   | 25  | 35  | 16  | 25  |
| 30   | 200 | 125 | 100/64   | 16  | 26  | 16  | 25  |
| 22   | 160 | 125 | 63/48    | 10  | 16  | 10  | 16  |
| 18,5 | 125 | 100 | 63/42    | 10  | 16  | 10  | 16  |
| 15   | 100 | 80  | 40/35    | 10  | 16  | 10  | 16  |
| 11   | 80  | 63  | 32/26    | 6   | 10  | 6   | 10  |
| 7,5  | 63  | 50  | 25/19    | 4   | 6   | 4   | 6   |
| 5,5  | 50  | 35  | 20/14    | 2,5 | 4   | 2,5 | 4   |
| 4    | 35  | 25  | 15/11    | 2,5 | 4   | 2,5 | 4   |
| 3    | 25  | 25  | 11/9     | 2,5 | 4   | 2,5 | 4   |
| 2,2  | 25  | 20  | 8/6,5    | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 1,5  | 20  | 16  | 6/4,8    | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 1,1  | 20  | 10  | 4,5/3,8  | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,75 | 16  | 10  | 3,3/2,8  | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,55 | 10  | 6   | 2,4/2,2  | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,37 | 6   | 4   | 1,8/1,6  | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,25 | 4   | 4   | 1,3/0,9  | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,18 | 4   | 2   | 1/0,7    | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 0,12 | 2   | 2   | 0,75/0,5 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |

Pomire Y — Δ la 380/660 V

| $P_n$<br>kW | $I_f, A$ |     | $I_s/I_t$<br>A/A | $s_{ca}, mm^2$ |     |       |     |
|-------------|----------|-----|------------------|----------------|-----|-------|-----|
|             |          |     |                  | Conductor      |     | Cable |     |
|             | $R$      | $L$ |                  | Cu             | Al  | Cu    | Al  |
|             |          |     |                  |                |     |       |     |
| 1           | 2        | 3   | 4                | 5              | 6   | 7     | 8   |
| 200         | 630      | 500 | 250/225          | 120            | —   | 95    | 120 |
| 160         | 500      | 400 | 200/180          | 95             | 120 | 70    | 95  |
| 132         | 500      | 400 | 160/145          | 70             | 95  | 50    | 70  |
| 110         | 400      | 315 | 160/120          | 50             | 70  | 35    | 50  |
| 100         | 315      | 250 | 160/110          | 50             | 70  | 35    | 50  |
| 90          | 250      | 200 | 160/100          | 35             | 50  | 25    | 35  |
| 75          | 250      | 200 | 100/87           | 35             | 50  | 25    | 35  |
| 55          | 200      | 160 | 100/64           | 16             | 25  | 16    | 25  |
| 45          | 160      | 125 | 63/53            | 16             | 25  | 10    | 16  |
| 40          | 160      | 125 | 63/48            | 10             | 25  | 10    | 16  |
| 37          | 125      | 100 | 63/45            | 10             | 16  | 10    | 10  |
| 30          | 100      | 80  | 40/38            | 10             | 16  | 6     | 10  |
| 22          | 100      | 80  | 32/28            | 6              | 10  | 4     | 6   |
| 18,5        | 63       | 50  | 32/24            | 4              | 6   | 2,5   | 4   |
| 15          | 63       | 50  | 25/20            | 2,5            | 4   | 2,5   | 4   |

| 1   | 2  | 3  | 4     | 5   | 6   | 7   | 8   |
|-----|----|----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 11  | 50 | 35 | 20/15 | 2,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 7,5 | 23 | 25 | 15/11 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |

Protejarea conductelor (3 + 1)

| $s_{ca}$<br>mm <sup>2</sup> | $\varnothing_e$ tub protecție, mm |       |      |                    |                |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|------|--------------------|----------------|
|                             | Conductoare                       |       |      |                    | Cablu          |
|                             | IPF                               | IPEY  | PEL  | T                  | T              |
| 1,5                         | 16                                | 13,4  | 12,8 | $1\frac{1}{2}$     | $3\frac{3}{4}$ |
| 2,5                         | 23                                | 16,8  | 16,0 | $1\frac{1}{2}$     | 1              |
| 4                           | 23                                | 21,8  | 17,8 | $3\frac{3}{4}$     | 1              |
| 6                           | 23                                | 21,8  | 19,9 | $3\frac{3}{4}$     | 1              |
| 10                          | 29                                | 28,1  | 25,5 | 1                  | $1\frac{1}{4}$ |
| 16                          | 36                                | 35,6  | 34,2 | $1\frac{1}{4}$     | $1\frac{1}{2}$ |
| 25                          | 36                                | 35,6  | 34,2 | $1\frac{1}{2}$     | 2              |
| 35                          | 48                                | 45,2  | 44,0 | 2                  | 2              |
| 50                          | 48                                | 45,2  | 51,0 | 2                  | $2\frac{1}{2}$ |
| 70                          | —                                 | 59,4  | 55,8 | $2\frac{1}{2}$ /C6 | $2\frac{1}{2}$ |
| 95                          | —                                 | 59,4  | —    | $2\frac{1}{2}$ /2  | 3              |
| 120                         | —                                 | 71,4  | —    | 3                  | 3              |
| 150                         | —                                 | 86,4  | —    | 3                  | 3              |
| 185                         | —                                 | 86,4  | —    | 3                  | 3              |
| $s_{ca}$                    | IP                                | PVC-U | PEL  | T                  | T              |

Notă: 1. Nulul de protecție va fi din: Cu la conductoare, Cu sau Al la cabluri;  $s_{cp} = s_{ca} \leq 16 \text{ mm}^2$  și  $s_{cp} = 0,5 s_{ca} > 16 \text{ mm}^2$ ; v. și 15.3.2).

2. La pornire Y- $\Delta$ : montaj relee termice conform fig. 3.16-B;  $s_{ca}$  este pentru racordul comutator-motor, pînă la comutator fiind ca în pornirea directă.

#### 11.3.4. Electroalimentarea utilajelor de ridicat și transportat pe căi de rulare

**Compunerea instalației:** coloana sau coloanele de alimentare, linia de contact sau racordul mobil, aparatele de conectare și protecție.

**Coloanele de alimentare CA**, de la instalația de distribuție pînă la linia de contact LC sau racordul mobil RM. Funcție de mediul de pozare (v. § 1.5) se alege din cablu armat sau



nu sau din conductoare izolate protejate în tub. Funcție de lungime și încărcare, *LC* poate fi alimentată prin una sau două coloane (fig. 11.10, *a, b, c*); *RM* este alimentat printr-o singură coloană.

*Linia de contact* se adoptă în special când alimentează mai multe utilaje sau când este de lungime mare și se execută:

*a)* Din profile de oțel cornier sau rotund, fixate prin izolatoare pe suporturi metalice montate pe grinda de rulare sau pe alte elemente ale construcției (fig. 11.10, *d, e, f*); se adoptă cu precădere, economisind cuprul în dezavantajul unei construcții grele, care necesită adesea legături suplimentare în cablu pentru micșorarea pierderilor și căderilor de tensiune; organizare:

— Elementele componente (fig. 11.10, *a, b, c*): *z* — zona de reparații, câte una de fiecare pod, mai lungă cu 2 m ca lățimea podului; *s* — segment de separație a tronsoanelor *LC* alimentate prin coloane separate (cazul încărcărilor și lungimilor mari), mai lung cu 10 cm decât culegătorul de curent (poate fi alimentat din oricare tronson vecin pentru mișcarea podului oprit cu culegătorul de curent, chiar pe *s*); *c* — zona curentă dintre *z—z* sau *z—s—z*; *r* — rost de separație între elementele de mai sus, lung de minim 15 mm; *d* — rost de dilatație de minim 5 mm pentru  $\theta = 70^{\circ}\text{C}$  a *LC* (corespund ca poziție cu rosturile de dilatație ale grinzii de rulare); *l* — legături suplimentare în paralel cu *LC* (v. sus);

— Legăturile electrice dintre *z, c, s* conform schemelor 11.10, *b, c*;

*b)* Din fire de contact pentru linii aeriene de tracțiune electrică — STAS 686-83, întinse la capete (fig. 11.11, *a, b*):

— Rotunde, tip *TR* — 25, 35, 50, 65, 80, 100 mm<sup>2</sup>, așezate pe suporturi speciale izolante (fig. 11.11, *c*);

— Profilate pentru tramvaie, tip *TTF* — 50, 80, 100, 150 mm<sup>2</sup>, suspendate de suporturi speciale izolate (fig. 11.11, *d*);

— În ambele cazuri se prevede protecție de scoatere de sub tensiune a *LC* la ruperea unui conductor (fig. 11.11, *e*, dată pentru alimentarea liniei la mijloc; la racord de capăt, se scoate din schemă releul capătului alimentat cu legăturile corespunzătoare);

*c)* Cotele *a, b, c* din fig. 11.10 se stabilesc conform documentației tehnice a utilajului; execuțiile *LC* sînt tipizate prin proiectul tip directivă IPROMET nr. 40/601-03.

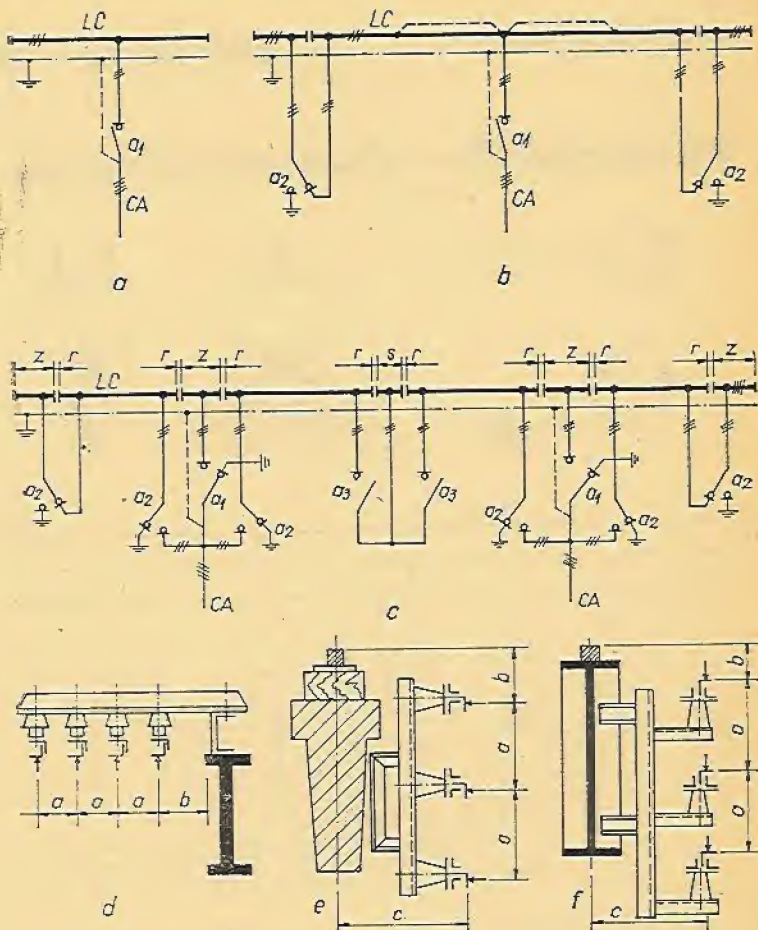


Fig. 11.10. Linie de contact din oțel-cornier:

*a* — schema electrică pentru 1 pod; *b* — idem, pentru 2 poduri; *c* — idem, pentru 4 poduri; *d* — linie de contact pentru cărucior monorăină cu electroplăni; *e*, *f* — idem, pentru poduri rulante (v. §. 11.3.4).

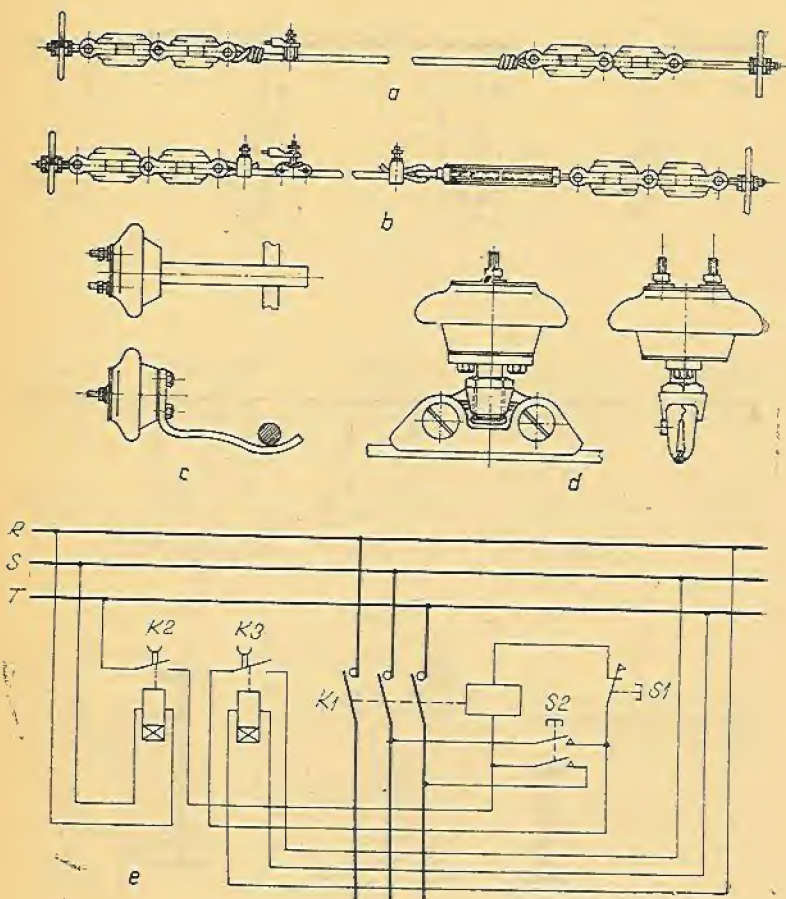


Fig. 11.11. Linie de contact din conductoare de cupru masiv:

*a* — fixare și întindere la capete pentru  $l \leq 25$  m; *b* — idem  $l > 245$  m; *c* — suport izolat pentru conductoare TR; *d* — idem, TTF; *e* — deconectarea de protecție la ruperea unui conductor.



*Racordul mobil* este de fapt o prelungire a *CA*, adoptat cu precădere în cazul traseelor scurte sau pentru o singură macara pe calea de rulare; este constituit din cablu MCG:

— trenat: pe profil I cu cărucioare de suspensie (pentru trasee lungi și cabluri grele — fig. 11.12, *a*); pe profil □ cu role (pentru cabluri de secțiuni mici — fig. 11.12, *b*) pe cablu de oțel cu inele de suspensie (pentru lungimi sub 15 m);

— desfășurat de pe tambur (fig. 11.12, *d*) într-un șanț sau jgheab paralel cu calea de rulare (la macaralele portal).

*Aparatele de conectare și protecție* (fig. 11.10, *a, b, c*):

— *CA* se protejează la plecare obișnuit prin siguranțe fuzibile, eventual întreruptoare automate; intrarea în *LC* se face printr-un întreruptor principal *a1*, montat într-o cutie cu cheie, amplasată vizibil și cu acces ușor;

— Conectarea și izolarea zonelor de reparat se face prin comutatoare cu cuțite de punere la pământ *a2*, iar a segmentelor de separație prin întreruptoare simple *a3*.

**Dimensionarea instalației.** *Curentul de calcul* la încărcarea admisibilă:

$$I_c = k \Sigma I_n, \quad (11.44)$$

unde:  $\Sigma I_n$  este suma curenților nominali ai motoarelor ce folosesc aceeași instalație de alimentare, în A; *k* — coeficient de calcul cu valorile din tabelul de jos unde *DA* — durata medie de conectare și *n<sub>c</sub>* — numărul convențional de motoare pe aceeași alimentare sînt:

$$DA = 100 \Sigma (DA_i \cdot \Sigma I_{ni}) / (\Sigma I_n) \quad [\%], \quad (11.45)$$

$$n_c = DA(1 - DA) (\Sigma I_n) / [\Sigma DA_i(1 - DA) \Sigma I_{ni}^2].$$

( $\Sigma I_{ni}$  — suma curenților nominali ai motoarelor cu aceeași *DA<sub>i</sub>*):

| <i>DA</i> | <i>k</i> pentru <i>n<sub>c</sub></i> |      |      |      |      |      |       |
|-----------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
|           | 1                                    | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12÷20 |
| 0,15      | 0,49                                 | 0,37 | 0,26 | 0,22 | 0,19 | 0,18 | 0,18  |
| 0,20      | 0,54                                 | 0,43 | 0,32 | 0,27 | 0,23 | 0,20 | 0,20  |
| 0,25      | 0,60                                 | 0,48 | 0,37 | 0,32 | 0,27 | 0,25 | 0,23  |
| 0,30      | 0,65                                 | 0,53 | 0,42 | 0,35 | 0,32 | 0,29 | 0,28  |
| 0,35      | 0,70                                 | 0,58 | 0,46 | 0,40 | 0,36 | 0,33 | 0,32  |
| 0,40      | 0,75                                 | 0,63 | 0,50 | 0,44 | 0,40 | 0,38 | 0,37  |
| 0,50      | 0,79                                 | 0,66 | 0,53 | 0,47 | 0,43 | 0,40 | 0,39  |
| 0,60      | 0,83                                 | 0,70 | 0,56 | 0,49 | 0,45 | 0,43 | 0,42  |

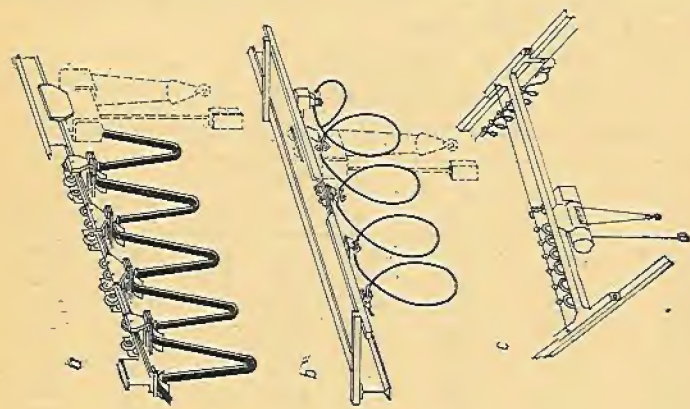
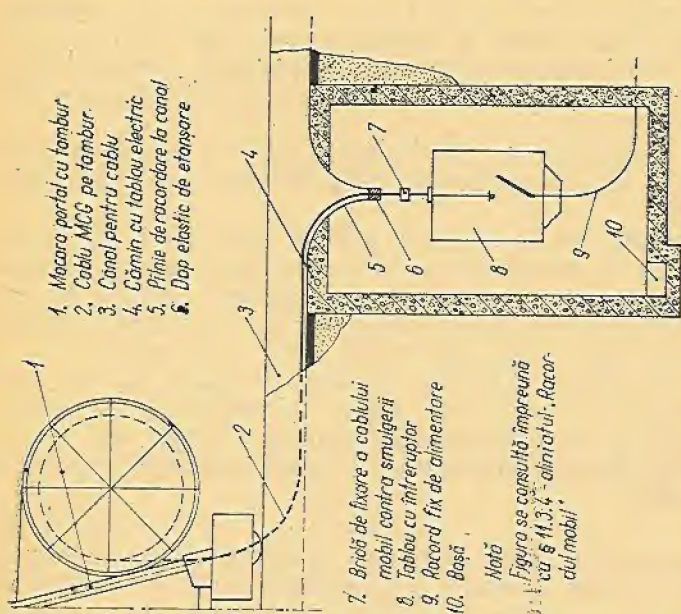


Fig. 11.12. Racord mobil la mașini de ridicat și transportat pe căi de rulare:  
 a — cablu tensionat cu cârucioare pe profil I; b — idem, cu role pe profil; c — idem, cu inele pe cablu de oțel; d — cablu pe tambur.



1. Mecanica portat cu tambur
2. Cablu MCG pe tambur
3. Canal pentru cablu
4. Cămin cu tablou electric
5. Pînie de racordare la canal
6. Dop elastic de etanșare

7. Briță de fixare a cablului mobil contra smulgerii
8. Tablă cu întreruptor
9. Racord fix de alimentare
10. Bază

Notă

Figura se consultă împreună cu § 41.3.4 „aliniați”; Racordul mobil”

Curentul de vîrf pentru 1, 2 sau mai multe poduri cu alimentare comună:

$$\begin{aligned} I_{v1} &= p_1 I_{n1} + I'_{n1}; \quad I_{v2} = p_2 I_{n2} + I_{v1}, \\ I_{vi} &= I_{v2} + I_c [\Sigma I_n - (I_{n1} + I'_{n1} + I_{n2})] / (\Sigma I_n), \end{aligned} \quad (11.46)$$

în care  $p_i = I_{pi} / I_{ni}$  — coeficient de pornire al motorului de putere maximă ( $i = 1; 2 \dots n$  poduri);  $I_{ni}, I_{pi}$  — curentul nominal, respectiv de pornire al aceluiași motor, în A;  $I'_{n1}$  — curentul nominal al motorului de putere imediat inferioară, destinat să funcționeze concomitent cu  $I_{n1}$ ;  $I_c$  și  $\Sigma I_n$  — v. (11.44).

*Protecția electrică*: la scurtcircuit (v. *Aparate de conectare și protecție* mai sus); calculul, cu relațiile (11.33) — pornire-grea și (11.41) unde se ia  $I_p = I_v$ .

*Secțiunea conductoarelor* se alege la încărcarea admisibilă cu relația (11.42) și se verifică la căderea de tensiune după ce s-a ales schema de alimentare convenabilă (fig. 11.10, a, b, c).

Calculul căderii de tensiune pînă la culegătorii de curent, respectiv la bornele de conectare la pod ale racordului mobil:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \Delta U_a + 173 I_v l_c (r_c \cos \varphi + x_c \sin \varphi) / U_n = \\ &= k \cdot 10\%, \end{aligned} \quad (11.47)$$

în care:  $\Delta U_a$  este căderea de tensiune pînă la linia de contact calculată cu relația (11.43), în %;  $I_v$  — curentul de vîrf calculat conform (11.46);  $l_c$  — lungimea de calcul, în m: pentru LC, egală cu 0,8 din lungimea dintre punctul de racord la CA și extremitatea cea mai depărtată a LC; pentru RM, egală cu lungimea acestuia;  $r_c, x$  — rezistența, respectiv reactanța specifică a LC sau RM, în mΩ/m (practic  $x_c$  se consideră numai pentru LC cu conductoare din OL și se determină cu relația  $x_c = x'_c + x''_c$  unde  $x'_c, x''_c$  sînt reactanțele inductive specifice externă, respectiv internă),  $k$  — coeficient egal cu 0,8 la poduri cu deschiderea peste 20 m cu cabină neamplasată fix de partea liniei de contact și cu 1 în celelalte cazuri.

Deoarece calculul reactanței interne prezintă dificultăți din cauza greutății obținerii datelor necesare, se dau mai jos



căderile de tensiune pentru 100 m linie contact din oțel cornier de dimensiunile prevăzute în proiectul tip menționat (utilizarea datelor este exemplificată în exemplul de calcul 11.9):

| $I_{ad}, A$    | 194   | 260         | 345         | 416         | 580         |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Profil L       | 30 × 30 × 4                                       | 40 × 40 × 4 | 50 × 50 × 5 | 60 × 60 × 6 | 80 × 80 × 8 |
| $I_{v 100}, A$ | $U_{c 100}$ pentru $l_c = 100$ m, în V/% la 380 V |             |             |             |             |
| 75             | 36,5/9,6  | —           | —           | —           | —           |
| 100            | 45,4/11,9   | 37,2/9,8    | —           | —           | —           |
| 150            | 62,2/16,4   | 53,0/13,9   | 39,5/10,4   | —           | —           |
| 200            | 78,1/20,6   | 67,1/17,7   | 45,5/12,0   | —           | —           |
| 250            | 93,6/24,6   | 79,3/20,9   | 54,0/14,2   | 46,8/12,6   | —           |
| 300            | 107,0/28,2  | 90,2/23,7   | 60,3/16,0   | 52,5/13,8   | 42,4/11,2   |
| 350            | —   | 101,2/26,7  | 66,5/17,5   | 58,5/15,4   | 47,0/12,4   |
| 400            | —   | 110,0/29,4  | 73,0/19,2   | 64,2/16,9   | 50,6/13,3   |
| 500            | —   | —           | 84,0/22,1   | 74,5/19,6   | 57,2/15,1   |
| 600            | —   | —           | 96,5/25,4   | 82,5/21,7   | 65,5/17,2   |
| 800            | —   | —           | —           | 95,0/25,0   | 77,5/20,4   |
| 900            | —   | —           | —           | 108,0/28,4  | 88,0/23,2   |
| 1100           | —   | —           | —           | —           | 98,0/25,8   |

**Exemplul de calcul 11.9.** Dimensionarea alimentării printr-o linie de contact din oțel cornier a două poduri rulante cu deschiderea de 18 m, cu următoarele motoare (ridicare-coborire, deplasare cărucior, deplasare pod): pod 1:  $DA = 40\% - 55/111, 11/26, 4 \times 7,5/4 \times 19$  kW/A; pod 2:  $DA = 25\% - 37/77, 5,5/14, 2 \times 7,5/2 \times 19$  kW/A;  $p_1 = 2,1, p_2 = 2,3$ ; LC are 120 m și alimentare la mijloc, iar CA are 15 m, pozare în aer la temperatură normală;  $\Delta U_0 = 1,2\%$ .

Curentul de calcul:

$$I_{n40} = 111 + 26 + 4 \cdot 19 = 213 \text{ A}; I_{n25} = 129 \text{ A};$$

$$I_n = 213 + 129 = 342 \text{ A}; I_c = 0,6 \cdot 342 = 205 \text{ A pentru:}$$

$$DA = 100(0,4 \cdot 213 + 0,25 \cdot 129)/342 = 34,3\% \text{ și } n_c = \\ = 0,343 (1 - 0,343) 342^2/[0,4(1 - 0,4) 213^2 + 0,25(1 - 0,25) 129^2] = 1,9, \\ \text{deci } k = 0,6.$$

Curentul de vîrf și protecția la scurtcircuit:

$$I_v = (2,1 \cdot 111 + 4 \cdot 19) + 2,3 \cdot 77 = 486 \text{ A};$$

$$I_f = 0,6 \cdot 486 = 291 \text{ A} - \text{aleg Sist } 401/\text{NT2-300 A}.$$

Coloana de alimentare: cablu ACYY-1 kV -  $3 \times 120 + 1 \times 70$  mm<sup>2</sup>:

$$I_f/3 = 100 \text{ A} < I_{ad} = 220 \text{ A} > I_c = 205 \text{ A};$$

$$\Delta U_a = 1,2 + 173 \cdot 15 \cdot 486 \cdot 0,7/(32 \cdot 120 \cdot 380) = 1,8 \%;$$

Linia de contact: profilul OL-L care satisface condiția, pentru  $I_c = 0,8 \cdot 120/2 = 48$  m și  $I_v = 486$  A:

$$U_{c100} = (10 - 1,8) \cdot 100 \cdot 500/48 \cdot 486 = 17,57\%,$$

este L  $80 \times 80 \times 8$  mm (pentru  $I_v = 500$  A,  $U_{c100} = 15,1\% < 17,57\%$ ), ceea ce duce la consum mare de material și construcție grea; ca urmare se adoptă schema cu legături suplimentare (fig. 11.10, b), cînd:

$$\Delta U_a = 1,8 + 0,6 \cdot 2 = 3\% \text{ pentru } I_s = 30 \text{ m ACYY-3} \times 120 \text{ mm}^2;$$

$$U_{c100} = (10 - 3) 100 \cdot 500/(24 \cdot 486) = 30\%,$$

condiție satisfăcută de L  $50 \times 50 \times 5$  mm pentru care:

$$I_f/3 = 100 \text{ A} < I_{ad} = 345 \text{ A} > I_c = 205 \text{ A};$$

$$\Delta U_e = 3 + 22,1 \cdot 486 \cdot 24/(500 \cdot 100) = 8,1\% < 10\%.$$

### 11.3.5. Instalații de distribuție

Distribuția energiei electrice la receptoare se face din tablouri sau bare de distribuție.

**Tablourile de distribuție**, în dulapuri sau cutii capsulate (v. § 8.1), cu gradul de protecție cerut de mediu (v. § 1.5), sînt echipate obișnuit cu un întreruptor pe sosire și cu aparatele de protecție a circuitelor la receptoare. Sînt alimentate prin coloane în cabluri sau conductoare izolate protejate în tub sau prin magistrale din bare. Amplasarea tablourilor se face pe cît posibil în centrul de greutate al consumului zonei servite, iar mărimea acestora se alege astfel ca să nu se depășească capacitatea de încărcare a tablourilor, iar lungimea circuitelor să fie cît mai scurtă. Circuitele la receptoare sînt din cabluri sau conductoare izolate în tub, pozate conform § 16.1 ... 16.3.

**Barele de distribuție** (v. § 8.4) se montează de-a lungul liniilor de utilaje servite. Lungimea lor este limitată de încărcarea și căderea de tensiune admise, calculate ca în cazul coloanelor. Alimentarea barelor se face prin coloane de cabluri (mai rar cu conductoare) sau prin magistrale de bare. Circuitele la receptoare sînt din cabluri sau conductoare în tub, pozate conform exemplelor din fig. 11.13. Protecția circuitelor este asigurată de cutiile cu siguranțe montate pe bare.

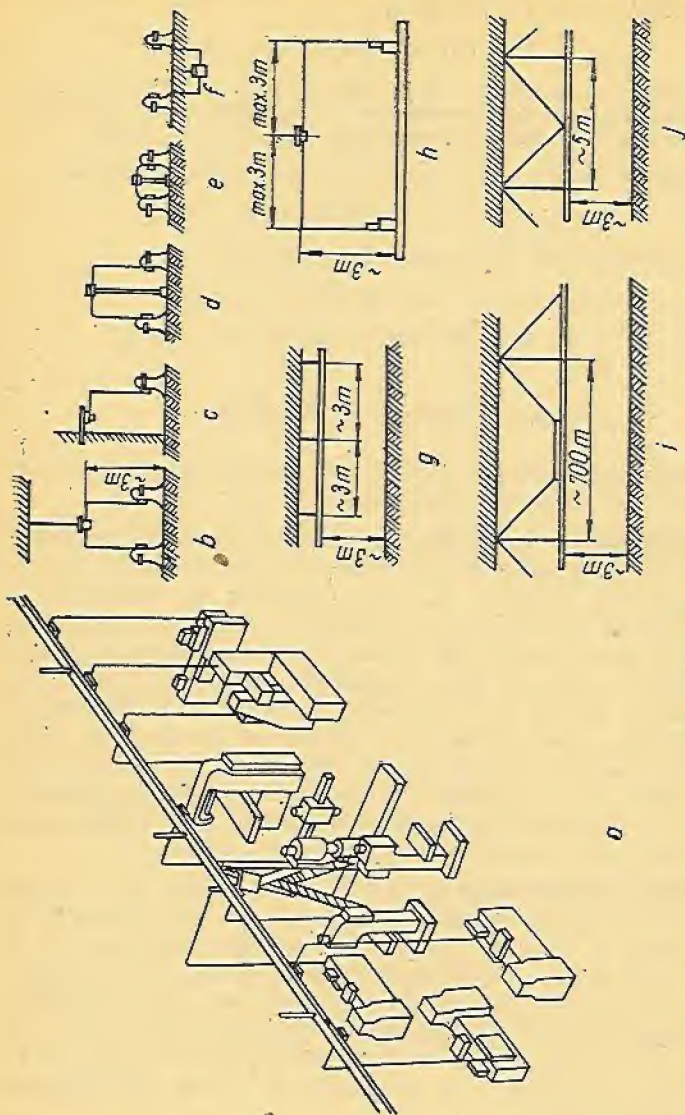


Fig. 11.13. Distribuție prin bare:

a — ansamblu; montaj; b — suspendat prin tiranți; c — sprijinit pe console; d, e — sprijinit pe suport în pardoseală; f — în canal sub pardoseală sau în subsol; g, h, i, j — coțe de montaj.



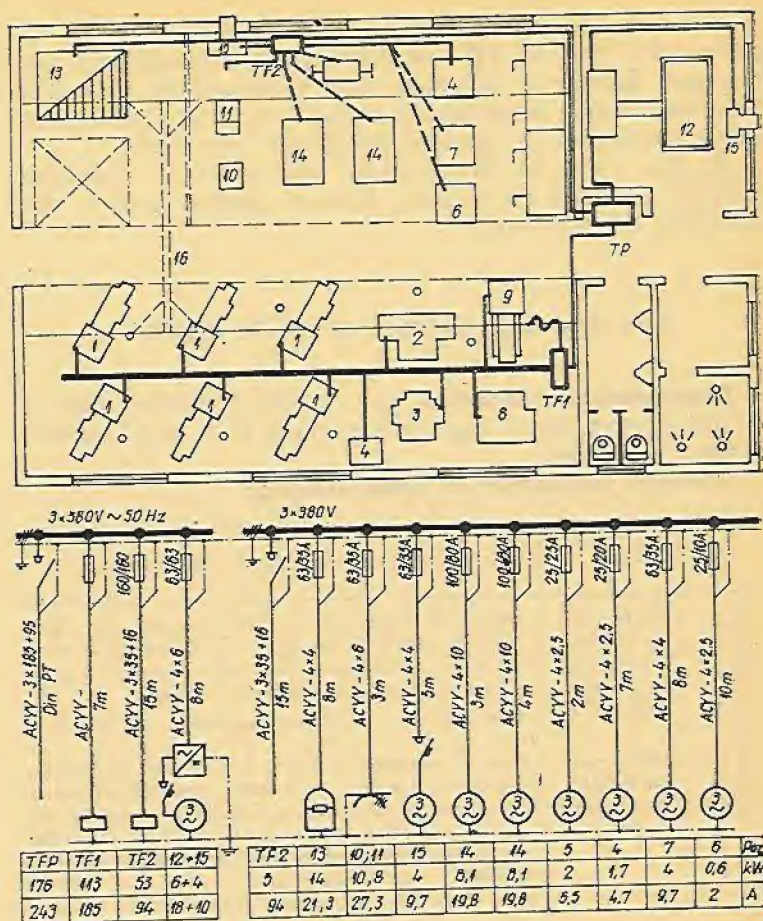


Fig. 11.14. Planul și schema instalației electrice de forță din exemplul de calcul 11.9:

1 — strung paralel; 2 — strung carusel; mașini de: 3 — frezat; 4 — găurit; 6 — filetat; 7 — ascuțit; 8 — rectificat; 9 — rabotat; 5 — polizor; 10 — transformator sudare; 11 — convertizor sudare; 12 — baie cromare; 13 — cuptor electric; 14 — presă cu excentric; 15 — ventilator; 16 — grindă rulantă.

Sistemul convine utilajelor așezate în linii regulate, cu puteri sub 15 ... 20 kW, susceptibile de reamplasări sau înlocuire. Înainte de adoptare, este recomandabil un calcul tehnico-economic (investiție + exploatare, dând atenție deosebită pierderilor de energie pe care le produce).

În fig. 11.14 se dă exemplul unui plan de instalație electrică de forță cu schema electrică pentru o parte din tablourile de distribuție.

### 1.14. Instalații electrice de medie tensiune

**Dimensionarea circuitelor** — v. § 10.3.4 pentru alegerea barelor și aparatelor comutației primare și § 10.3.5 pentru alegerea cablurilor.

#### Protecția motoarelor de medie tensiune

| Tip protecție   | Condiții de utilizare și funcționare   |
|---|--|
| Protecția împotriva scurtcircuitelor polifazate statorice | <p>Protecția de curent diferențială longitudinală — PDL</p> <p>Pentru motoare cu <math>P_n \geq 5</math> MW, normal sau <math>P_n &lt; 5</math> kW, când PMC are <math>k_{sens} &lt; 2</math>. De regulă se montează pe două faze: când nu-i protecție rapidă contra punerilor la pământ, trei faze.</p> <p>Condiții: <math>i_{pr} = 1,3 I_n/n_i</math>; <math>k_{sens} = I_{scm} \sqrt{3}/2 I_{pp} \geq 2</math>.</p>   |
|   | <p>Protecția maximală de curent — PMC</p> <p>Pentru motoare cu <math>P_n &lt; 5</math> MW — cu două releee sau <math>P_n &lt; 2</math> MW — cu 1 releu; transformatoarele de curent se montează pe două faze; releele sînt cu caracteristică independentă (cînd nu se prevăd suprasarcini) sau semidependentă (cînd se prevăd).</p> <p>Condiții: <math>i_{pr} = k_s k_{sch} I_{PM}/n_i</math>; <math>k_{sens}</math> — v. PDL; <math>k_s = 1,4 \div 1,6</math> (la primele releee), <math>1,8 \div 2</math> (la ultimele); <math>k_{sch} = \sqrt{3}</math>, cu 1 releu sau 1, cu 2 releee.</p> |
| Protecția maximală de curent contra suprasarcinilor — PMS | <p>La motoare susceptibile de suprasarcină sau cu condiții foarte grele de pornire (<math>t_p \geq 20</math> s, cuplate direct. Condiții: <math>i_{pr} = k_s k_{sch} I_n/k_r n_i</math>; <math>t_{pr} \geq 10</math> s; <math>k_s = 1,1 \div 1,2</math>; <math>k_r = 0,75 \div 0,85</math>; <math>k_{sch}</math> — v. PMC.</p>   |
| Protecția împotriva punerilor la pământ — PPP             | <p>La motoare cu <math>P_n \geq 2</math> MW din rețele cu neutru izolat sau compensat, cînd <math>I_{pp}</math>, respectiv <math>I_{rez}</math> sînt peste 5 A, sau cu <math>P_n &lt; 2</math> MW, cînd <math>I_{pp}</math>, respectiv <math>I_{rez}</math> sînt peste 10 A. Comandă declanșarea rapidă.</p>   |

| Tip protecție   | Condiții de utilizare și funcționare   |
|---|--|
| Protecția împotriva scăderilor de tensiune — PTm          | <p>La motoarele asincrone: deconectarea motoarelor mai puțin importante pentru restabilirea tensiunii și autopornirea motoarelor importante (se realizează în 2 tranșe: 1 — deconectarea motoarelor puțin importante, <math>u_{pr} = 0,7 U_n/n_u</math>, <math>t_{pr} = 0,5</math> s; 2 — deconectarea motoarelor importante, <math>u_{pr} = 0,5 U_n/n_u</math>, <math>t_{pr} = 5 \div 10</math> s); deconectarea motoarelor cu autopornire nepermisă, <math>u_{pr}</math> — funcție de condiții locale, <math>t_{pr} \approx 10</math> s.</p> <p>La motoarele sincrone: totdeauna; <math>u_{pr} = 0,5 U_n/n_u</math>, <math>t_{pr}</math> — funcție de condiții locale.</p> |
| Protecția contra defectelor de ungere și ventilație — PUV | <p>La motoarele fără personal permanent de supraveghere, cu ungere și ventilație forțate. Comandă semnalizarea și declanșarea alimentării.</p>   |
| Protecția contra ieșirii din sincronism — PIS             | <p>La motoarele sincrone. De regulă este o protecție maximală, care acționează la apariția unui curent alternativ în înfășurarea de excitație.</p>   |

### 11.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor electrice de forță

Se vor avea în vedere și §§ 7.8, 10.5 și 16.5 referitoare la mașini electrice, instalații de distribuție și rețele electrice.

În plus:

— Motoarele vor fi exploatate de personalul de serviciu al utilajelor acționate, care va executa: comanda acționării cu verificarea avertizării sonore înaintea pornirii motoarelor agregatelor mari cu comenzi din locuri diferite și cu respectarea condițiilor de pornire (în gol, în sarcină redusă sau în plină sarcină); supravegherea și controlul funcționării (variația tensiunii și sarcinii, încălzirea lagărelor și bobinajelor); întreținerea lagărelor;



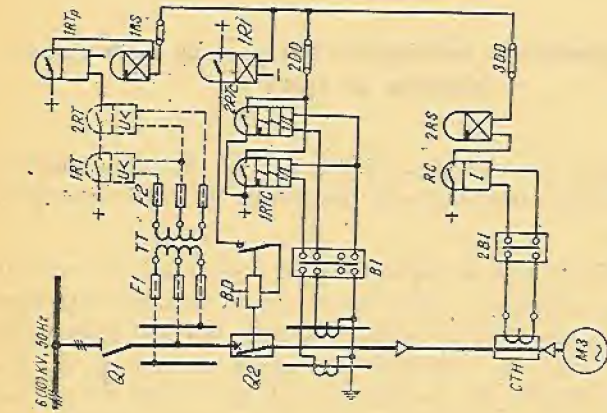


Fig. 11.15. Schema electrică de principiu pentru protecția unui motor asincron de medie tensiune,

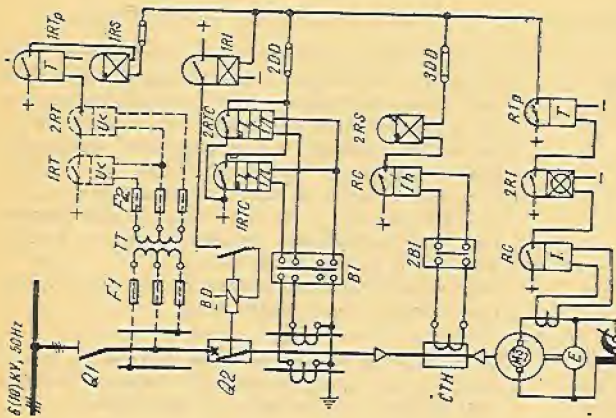


Fig. 11.16. Schema electrică de principiu pentru protecția unui motor sincron de MT,

— Controlul pentru constatarea stării echipamentelor electrice se va face de electricieni calificați; accesul la circuitele și elementele cu tensiuni periculoase este permis numai după deconectarea întreruptorului principal, care se blochează și se marchează cu plăci avertizoare; excepție, intervențiile la dispozitivele și reostatele de pornire scurt-circuitate sau cu periile ridicate, când se fac numai de personal de minim grupa IV NPM.

## 12. INSTALAȚII ELECTRICE DE ILUMINAT

### 12.1. Alegerea sistemului de iluminat

#### 12.1.1. Categorii de iluminat electric

**Iluminatul normal** asigură desfășurarea activității normale în interiorul și exteriorul clădirilor. Electroalimentarea se face din rețeaua de distribuție a consumatorului, fără condiții speciale în afara evitării fluctuațiilor de tensiune (datorate de exemplu sudării) pentru lămpile cu incandescență.

**Iluminatul de siguranță** asigură desfășurarea anumitor activități la avaria iluminatului normal conform tabelului de mai jos:

| Felul iluminatului de siguranță<br>în funcție de destinație  | Tip electroalimentare (fig. 12.1)   |        |             |       |
|--|---|--------|-------------|-------|
|  | 1   | 2      | 3           | 4     |
| 1  | 2   | 3      | 4           | 5     |
| Iluminat de avarie (continuarea<br>lucrului); în locurile/incăperile:                                    |   |        |             |       |
| a. cu receptoare categoria 0 și 1  | —   | ●      | —           | —     |
| b. de unde se oprește lucrul   | —   | —      | ●           | —     |
| c. blocul operator chirurgical   | —   | ●      | —           | —     |
| d. cu supraveghere continuă  | —   | —      | ●           | —     |
| e. cu instalații și utilaje PSI  | —   | ●      | —           | —     |
| Iluminat de evacuare pe căile de<br>evacuare și la ieșirile din săli-<br>le aglomerate cu > 50 persoane: | Funcție de numărul de per-<br>soane posibil simultan în<br>încăperile respective: |        |             |       |
| a. teatre, cinema, săli spectacol  | > 1500  | ≤ 1500 | —           | —     |
| b. magazine, expoziții temporare   | —   | > 600  | 201 ... 600 | ≤ 200 |



| 1   | 2 | 3        | 4            | 5   |
|---|---|----------|--------------|---|
| c. săli conferințe, concert, sport,   | — | 600      | 101 ... 600  | $\leq 100$  |
| d. biblioteci publice, săli așteptare, vestiare, restaurante  | — | $> 1500$ | 601 ... 1500 | $\leq 600$  |
| e. expoziții permanente, aziluri  | — | $> 1500$ | 601 ... 1500 | $\leq 600$  |
| f. spitale, creșe, grădinițe,   | — | $> 1500$ | 601 ... 1500 | $\leq 600$  |
| g. hoteluri și similare, clădiri administrative   | — | $> 1500$ | 601 ... 1500 | $\leq 600$  |
| h. clădiri cu $h > 45$ m  | — | $> 50$   | —            | —   |
| i. clădiri cu $h = 28 ... 45$ m, care nu sînt locuințe  | — | $> 600$  | 101 ... 600  | $\leq 100$  |
| j. clădiri producție oarbe  | — | $> 1500$ | 601 ... 1500 | $\leq 600$  |
| k. alte încăperi cu peste 100 persoane  | — | —        | —            | $> 100$   |
| Iluminat de evacuare pe traseul și la ieșirile:   |   |          |              |   |
| l. scărilor neluminate natural  | — | —        | •            | —   |
| m. scărilor luminate natural din blocuri locuințe cu $> 6$ niveluri   | — | —        | —            | •   |
| n. alte căi evacuare exceptînd blocuri locuințe sub 6 niveluri  | — | —        | —            | $> 50$  |
| Contra panicii: completează iluminatul de evacuare în încăperile cu peste 400 persoane                                    |   |          |              | Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare            |
| Pentru circulație: completează, la nevoie, iluminatul de evacuare   |   |          |              | Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare            |
| Pentru veghe în încăperi de spitalizare, dormitoare din creșe etc., care cer supraveghere                                 |   |          |              | Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare            |
| Pentru marcarea hidranților interiori unde se lucrează cu lumină artificială, dacă alt iluminat de siguranță nu satisface |   |          |              | Electroalimentarea din alt iluminat de siguranță sau de tip 4 |

### Iluminat general:

— uniform, unde nu se cer condiții speciale pentru anumite locuri din spațiul luminat (suprafețe ocupate cu lucrări de aceeași categorie sau cu locuri de muncă mobile) și unde  $E_{med} < 250$  lx;

— zonal, unde diferitele faze ale procesului tehnologic se execută pe zone bine determinate care necesită niveluri de iluminare diferite.

**Illuminat localizat** — unde se cer condiții speciale pentru anumite locuri din spațiul iluminat. Singur se adoptă mai rar; obișnuit completează iluminatul general (v. aliniatul următor).

**Illuminat general combinat cu iluminat localizat** — în spațiile cu lucrări de categorii diferite sau unde  $E_{med} > 250 \text{ lx}$ . În încăperi cu lucrări de categoriile I... IV (v. § 12.1.3) iluminatul general va avea cel puțin 10% din iluminarea medie totală și minimum 150 lx.

**Illuminat de pază a clădirilor sau incintelor.** Se comandă centralizat. Nivel de iluminare—5 lx.

**Illuminat periferic al incintelor întreprinderilor** pe o zonă de circa 10 m spre interior.

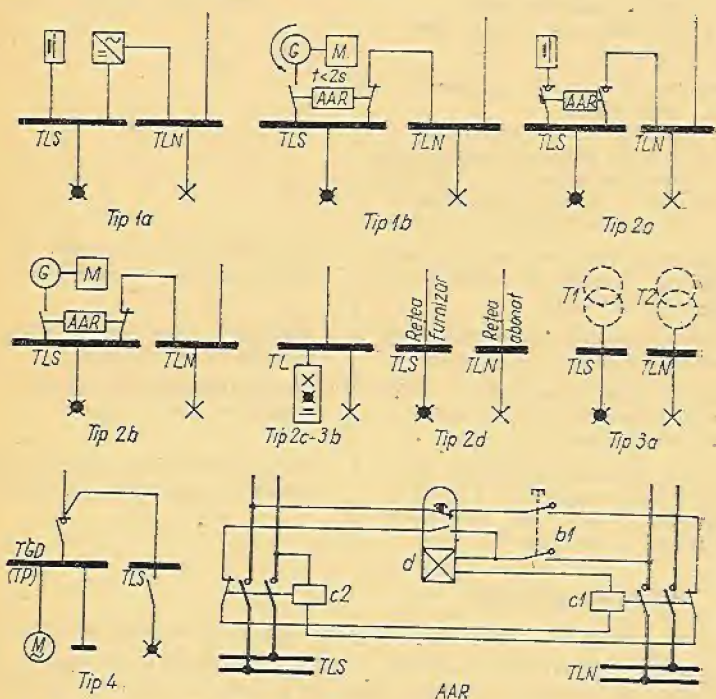


Fig. 12.1. Schemele electrice simplificate ale tipurilor normate de electroalimentare a instalațiilor de iluminat de siguranță (la tipul 1a grupul electrotrogen este în rotație permanentă, iar la 2b pornește automat la avaria iluminatului normal).



### 12.1.2. Alegerea surselor electrice de iluminat

**Lămpile cu incandescență** se preferă numai cînd se nu pot utiliza lămpi cu descărcări în gaze, din motive tehnice sau economice ca: funcționarea de scurtă durată și cu întreruperi frecvente, temperaturi ambiante necorespunzătoare, condiții de calitate a iluminatului impuse (v. § 12.1.6), servituți de protecție sau de gabarit pentru corpul de iluminat, necesități de protecție sanitară sau contra electrocutării, timp instantaneu de intrare în funcțiune (iluminatul de siguranță necuplat permanent), iluminări cerute mici care s-ar realiza neeconomic cu lămpi cu incandescență.

Avantaje: simple, volum redus, adaptabile oricărei situații datorită gamei largi de puteri și temperaturii calde de culoare, investiții mici. Dezavantaje: randament luminos și durată de funcționare scăzute, deci cost de exploatare ridicat.

**Lămpile fluorescente tubulare** se adoptă de regulă în încăperile și spațiile cu înălțimi recomandabil sub 6 m, cînd nu se impun lămpile cu incandescență. Obișnuit se aleg culorile alb (2) și alb-cald (3) cu fluxuri luminoase mari; culorile alb-luminos (1x), alb-superior (2x) și alb-cald-superior (3x) se aleg numai cînd se cer redarea exactă a culorilor și confort vizual deosebit.

Avantaje: randament luminos și durată de funcționare ridicate, posibilități convenabile de redare a culorii. Dezavantaje: necesită echipamente suplimentare de funcționare (balast, starter, condensator), servituți de amplasare datorită lungimilor incomode, gamă de puteri redusă (14 ... 65 W) cerînd un număr mare de corpuri de iluminat și deci material sporit de montaj și dificultăți mari în întreținere (curățire, schimbarea lămpilor), funcționare limitată de temperatura ambiantă.

**Lămpile cu vapori de mercur sub presiune** se aleg pentru hale industriale cu înălțimi de 6 ... 15 m și în unele clădiri civile (săli de sport) unde nu-i necesară redarea exactă a culorilor, precum și în iluminatul exterior. Contraindicate pentru iluminatul de siguranță, datorită inerției mari de intrare în funcțiune.

Avantaje: volum redus, randament luminos apropiat de al lămpilor tubulare dar mai mic, temperatură de culoare



convenabilă în majoritatea cazurilor din industrie, gamă de puteri convenabilă (80 ... 400 W) permițând satisfacerea suprafețelor întinse cu un număr relativ redus de corpuri de iluminat, durată de funcționare mare, cheltuieli de întreținere reduse. Dezavantaje: necesită, de asemenea, echipament suplimentar de funcționare (balast, condensator) domeniu foarte restrâns de utilizare în clădiri civile.

**Lămpile cu vapori de sodiu sub presiune** se adoptă în hale industriale cu înălțimi mai mari de 15 m, în mediile cu praf, ceață, și mai ales în iluminatul exterior.

Avantaje și dezavantaje, ca lămpile cu vapori de mercur, cu deosebirea că au randament luminos mult mai ridicat chiar decât lămpile tubulare, echipament suplimentar de funcționare mai dificil și nu permit redarea culorilor.

### 12.1.3. Iluminări medii normate pentru iluminat normal

| Loc                   | Destinație   | $E_{med}$<br>lx                     | Destinație  | $E_{med}$<br>lx                  |
|-----------------------|--|-------------------------------------|---|----------------------------------|
| 1                     | 2  | 3                                   | 4   | 5                                |
| Instalații interioare | <b>Iluminat în construcții industriale și similare</b>                     |                                     |   |                                  |
|                       | I. Lucrări de precizie deosebită (detalii < 0,1 mm) pentru subcategoria:   | a 3000<br>b 2000<br>c 1500<br>d 750 | IV. Lucrări de precizie medie (detalii 0,5...1 mm) pentru subcategoria: | a 750<br>b 300<br>c 200<br>d 150 |
|                       | II. Lucrări de precizie mare (detalii 0,1 ... 0,3 mm) pentru subcategoria: | a 2000<br>b 1000<br>c 750<br>d 500  | V. Lucrări de precizie mică (detalii > 1 mm)                            | 150                              |
|                       | III. Lucrări de precizie detalii 0,3 ... 0,5 mm) pentru subcategoria:      | a 1000<br>b 750<br>c 500<br>d 400   | VI. Lucrări de supra-veghere generală a procesului de producție         | 75                               |
|                       |  |                                     | VII. Acces periodic la utilaje și instalații                            | 30                               |
|                       | VIII. Lucrări cu raportul $m/l < 0,005$                                    | 50                                  | Spații de circulație:   |                                  |
|                       | IX. Lucrări cu raportul $0,005 < m/l < 0,02$                               | 30                                  | — drumuri; alei   | 3; 2                             |
|                       |  |                                     | — porți pentru vehicule   | 5                                |
|                       |  |                                     | — pasaje, treceri cu trafic redus                                       | 2                                |
|                       | X. Lucrări cu raportul $0,02 < m/l < 0,05$                                 | 20                                  | — pasaje de nivel la c.f.   | 10                               |
|                       |  |                                     | — căi ferate:   |                                  |
| Instalații exterioare |  |                                     |   |                                  |

| 1                     | 2  | 3  | 4   | 5             |
|-----------------------|--|----|---|---------------|
| Instalații exterioare | XI. Lucrări cu mecanisme care cer supraveghere generală atentă               | 10 | ● macazuri trieri vagoane<br>● idem, intrare-ieșire<br>● linii manevră              | 2<br>1,5<br>2 |
|                       | XII. Lucrări manuale grosiere care cer distingerea obiectelor mari apropiate | 5  | ● rampe, cheiuri, dane<br>— iluminat pază<br>— iluminat perimetral<br>(v. § 12.1.1) | 1<br>2        |
|                       |  |    |   |               |
|                       |  |    |   |               |

## Iluminat în construcții civile

| Destinație   | $E_{med}$<br>lx | Destinație   | $E_{med}$<br>lx |
|--|-----------------|--|-----------------|
| 1  | 2               | 3  | 4               |
| Locuințe:  |                 | Alimentație publică:   |                 |
| — camere de zi, pentru copii, bucătării, băi (la oglindă)  | 50              | — baruri, restaurante  | 50 — 100        |
| — dormitoare   | 30              | — cantine, spălare vase  | 150             |
| — WC, scări, vestibule   | 20              | — bucătării  | 200             |
| Hoteluri, cămine, case odihnă, internate:  |                 | Instituții medicale:   |                 |
| — dormitoare, sufragerii   | 50              | — cabinete consultații, săli de operație sau disecții (iluminat general), saloane bolnavi, săli și depozite izotopi r.a. | 300             |
| — holuri principale  | 75              | — săli operații și disecție (cîmp operațional)   | 2000            |
| Clădiri administrative:  |                 | — săli de tratament, încăperi primire medicamente  | 200             |
| — birouri, săli de lucru cu publicul prin ghișee, săli ședințe   | 140             | — săli așteptare, camere pentru medici și surori   | 100             |
| — birouri cu mașini de calculat, săli proiectare   | 300             | Instituții învățămînt:   |                 |
| — camere primire, săli aștare, holuri, încăperi organizații obștești, arhive și depozite (la rafturi), bufet | 100             | — săli curs, laboratoare   | 300             |
| — vestiare   | 50              | — săli desen   | 400             |
| Clădiri comerciale:  |                 | — săli sport   | 200             |
| — magazine   | 150 — 200       | — cancelarii, secretariat  | 150             |
| — vitrine  | 200 — 700       | Băi publice:   |                 |
| Creșe, grădinițe, cămine:  |                 | — săli bazine, desinfecție   | 50              |
| — săli comune, săli mesc   | 300             | — rest încăperi  | 30              |
| — dormitoare, camere primire   | 75              | Clădiri căi comunicații:   |                 |
| — oficii   | 150             | — holuri cu ghișee, case bilete, centrale telefon  | 150             |
| — camere pentru îngrijitoare, depozit materiale  | 30              | — săli vamă  | 100             |
|  |                 | — săli așteptare   | 75              |

| 1                              | 2      | 3                          | 4         |
|--------------------------------|--------|----------------------------|-----------|
| Biblioteci:                    |        | — bagaje, cabine telefon   | 30        |
| — săli lectură                 | 300    | Clădiri de sport (antrena- |           |
| — fișier, cabinet studii       | 200    | ment/competiții):          |           |
| — birouri, expoziții           | 150    | — sport cu mingea, gim-    |           |
| — depozit cărți, atelier       |        | nastică, ciclism, hipism   | 300/500   |
| foto                           | 50     | — box                      | 2000/5000 |
| Muzee, expoziții:              |        | — lupte clasice,           | 500/1000  |
| — săli expunere                | 300    | — scrimă                   | 500/1000  |
| — laboratoare, ateliere,       |        | — popice, la:              |           |
| săli studii                    | 200    | • scindura de rulaj        | 50/100    |
| Clădiri social-culturale:      |        | • crucea popicelor         | 100/250   |
| — săli de teatru și concer-    |        | — sport pe gheață          | 200/400   |
| te, cabine artiști             | 100    | — piste atletism           | 150/200   |
| — săli cinema, vestiare        | 50     | — stadioane                | 200/600   |
| — săli conferințe, sport       | 150    | — bazine înot:             |           |
| — cercuri de studii, săli de   |        | • deasupra apei            | 150/200   |
| recepție                       | 200    | • la sosire                | 500       |
| — foaiere, holuri, scări prin- | 75-100 | — bazine înot și polo:     |           |
| cipale                         |        | • deasupra apei            | 200/100   |
| — depozite de decoruri și      |        | • la sosire                | 500       |
| materiale                      | 30     | • la spectatori            | 100       |

Notă. 1. Scara normată a nivelelor de iluminare, în lămpi: 0,2-0,3-0,5-1-1,5-2-3-5-10-15-20-30-50-75-100-(140)-150-200-(250)-300-(350)-400-500-(700)-750-1000-1500-2000-3000-4000-5000. Valorile din paranteză sînt tolerate.

## 2. Definiția subcategoriilor de lucrări a, b, c, d:

| Contrast                     | mic          | mediu              | mare      |
|------------------------------|--------------|--------------------|-----------|
| Fond                         | $K \leq 0,2$ | $0,2 < K \leq 0,5$ | $K > 0,5$ |
| întunecat: $\rho \leq 0,2$   | a            | b                  | c         |
| mediu: $0,2 < \rho \leq 0,4$ | b            | c                  | d         |
| luminos: $\rho > 0,4$        | b            | c                  | d         |

unde:  $K$  este contrastul (distingerea detaliului pe fond) egal cu

$$K = \frac{L_f - L_d}{L_f} \text{ pentru } L_f > L_d \text{ sau } K = \frac{L_d - L_f}{L_d} \text{ pentru } L_d > L_f$$

$L_d, L_f$  — luminanța detaliului, respectiv fondului, în  $\text{cd/m}^2$ ;  
 $\rho$  — coeficientul de reflexie.



3. Valorile din tabel se vor ridica cu o treaptă în următoarele cazuri singulare sau cumulate:

- la categoriile I ... V cind: distanța ochi—obiect este peste 0,5 m, efortul vizual încordat este continuu peste 4 ore, detaliile sînt în mișcare;
- la categoriile IVd, V, VII cu pericol mărit de accidentare (ferăstraie circulare, foarfeci ghilotină, tranșare carne etc.);
- în încăperi cu exigențe sanitare deosebite, cu iluminat natural sub 25%, din nivelul normat, de producție în învățămînt cu iluminare normată sub 300 lx.

4. Factorii de uniformitate minimi necesari:

| Specificație   |         | $E_m/E_{med}$<br>pe planul<br>util | $E_m/E_M$ pe<br>suprafață<br>lucru | $E_{med1}/E_{med2}$<br>încăperi<br>vecine |
|--|---------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| Incăperi sau spații de lucru industriale cu lucrări de categoriile | I—V     | 0,65                               | 0,65                               | —   |
|  | VI, VII | 0,40                               | 0,65                               | —   |
|  | VIII—X  | 0,25                               | 0,25                               | —   |
|  | XI, XII | 0,25                               | —                                  | —   |
|  |         | 0,50                               | —                                  | —   |
| Incăperi utilizare generală  |         | 0,25                               | —                                  | —   |
| Spații de circulație   |         | —                                  | —                                  | —   |
| Incăperi vecine cu circulație frecventă                            |         | —                                  | —                                  | 0,1                                       |

5. Tabelul respectă prevederile STAS 6646/1; 2-79 și PE 136/80.

6.  $m$  — mărimea obiectului;  $l$  — distanța față de ochi.

#### 12.1.4. Iluminări medii normate pentru iluminatul de siguranță

| Destinația iluminatului | Iluminarea medie |
|-------------------------|------------------|
| 1                       | 2                |

##### Iluminatul de siguranță în industrie

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Continuarea lucrului (avarie) | 10 % din $E_{med\ n}$ ( $n$ = normat)     |
| Evacuare:                     |   |
| — în spații interioare        | 0,5 % din $E_{med\ n}$ , dar minim 0,5 lx |
| — în spații exterioare        | 0,5 % din $E_{med\ n}$ , dar minim 0,3 lx |

##### Iluminat de siguranță în clădiri civile

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| Continuarea lucrului (avarie): |                       |
| — cîmp operațional             | $E_{med\ n}$          |
| — rest bloc operativ           | 80 % din $E_{med\ n}$ |

| 1  | 2                                   |
|--|-------------------------------------|
| Evacuare:  |                                     |
| — în general   | 0,3 lx                              |
| — în creșe   | 2,0 lx                              |
| — trasee evacuare din creșe, săli<br>spectacol cu peste 100 locuri | 1,0 lx                              |
| Evitarea panicii   | 3% din $E_{med n}$ , dar minim 5 lx |
| Circulație   | Nenormat. După necesități.          |
| Iluminat de pază   | 2,0 lx                              |

## 12.1.5. Asigurarea calității iluminatului

Evitarea sau limitarea orbirii și anume:

— *A orbirii directe*, prin ecranarea lămpilor sau dispunerea lor în afara unghiului de  $45^\circ$  față de linia principală de vedere — v. fig. 12.2 (excepție: încăperile cu lucrări de categoria VI și VII, cele unde prezența oamenilor este

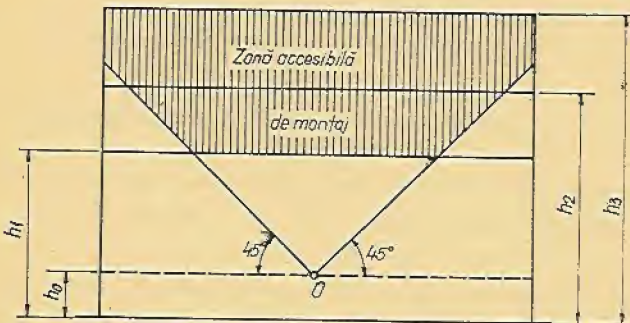


Fig. 12.2. Zona de montare a corpurilor de iluminat pentru evitarea orbirii directe:

$O$  — ochiul omului;  $Lpv$  — linia principală de vedere la  $h_0 = 1,2$  m pentru poziția *șezând* sau  $h_0 = 1,6$  m pentru poziția *în picioare*;  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  — înălțimea plafonului față de pardoseală.

ocazională, cele unde se urmăresc efecte speciale); pentru iluminatul localizat, unghiul de protecție al corpului de iluminat va fi de minimum  $34^\circ$ , indiferent de tipul lămpii;

— *A orbirii prin contrast*, prin:

• Finisaje mate pentru principalele suprafețe ale încăperilor, realizate cu materiale care să asigure factorii de reflexie minimi următori:

| Suprafața | Plafon | Pereți sus | Pereți jos | Pardoseală | Dotări |
|-----------|--------|------------|------------|------------|--------|
| $\rho_m$  | 0,7    | 0,5        | 0,3        | 0,1        | 0,3    |

• Alegerea corpurilor de iluminat, a dispunerii lor și a factorilor de reflexie astfel încât rapoartele luminanțelor specificate să se încadreze în limitele următoare:

| Raportul | $L_d/L_{fa}$ | $L_d/L_{fa}$ | $L_c/L_{fa}$ | $L_d/L_{fi}$ |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Limite   | 1/3 ÷ 3/1    | 1/10 ÷ 10/1  | max. 20/1    | max. 40/1    |

(unde:  $L$  — luminanța;  $d$  — sarcinii vizuale;  $c$  — corpului de iluminat;  $f$  — fondului;  $a$  — vecin;  $d$  (al doilea indice) — mai depărtat;  $i$  — oricărui punct din câmpul vizual);

— *A orbirii prin reflexie*, prin realizarea cumulată a condițiilor de mai sus sau, cînd nu este posibil, prin utilizarea corpurilor de iluminat cu suprafețe mari și cu luminanța în direcția suprafeței de lucru de maximum  $1500 \text{ cd/m}^2$ .

**Redarea corespunzătoare a culorilor** funcție de nivelul de iluminare și de factorii de reflexie, conform specificației:

| Redarea culorilor       | Foarte bună |           | Bună     | Medie   | Oricum |
|-------------------------|-------------|-----------|----------|---------|--------|
| $E_{med} \text{ n, lx}$ | min. 4000   | min. 1000 | min. 300 | 150     | —      |
| Factor reflexie         | > 0,2       | > 0,4     | —        | —       | —      |
| Temp. culoare K         | > 6000      |           | > 4000   | ≈ 4000  | 3000   |
| Indice de redare        | 90 ÷ 100    |           | 80 ÷ 89  | 60 ÷ 79 | —      |

**Înlăturarea efectului stroboscopic** la lămpile cu descărcări obișnuit prin conectarea lor la faze diferite și/sau montarea balastriilor capacitive.

#### 12.1.6. Criterii de alegere a sistemului de iluminat

Se va asigura iluminarea minimă necesară, cu consum de energie electrică, investiții și cheltuieli de exploatare și întreținere minime.



Se va urmări reducerea iluminatului general uniform în favoarea celui combinat (general cu localizat), eventual a iluminatului general zonal. Se vor prefera iluminatul direct și mixt, cel indirect — în special în srafe — folosindu-se în cazuri cu totul excepționale.

De regulă, se folosește iluminat fluorescent; cel incandescent se adoptă numai din motive tehnice sau pentru avantaje economice evidente, precum și în cazuri speciale (efecte ornamentale sau confort vizual deosebit). Culoarele lămpilor, funcție de nivelul de iluminare, vor fi alese respectându-se indicațiile din § 12.1.2, concretizate de alt fel prin diagrama Kruithof (fig. 12.3).

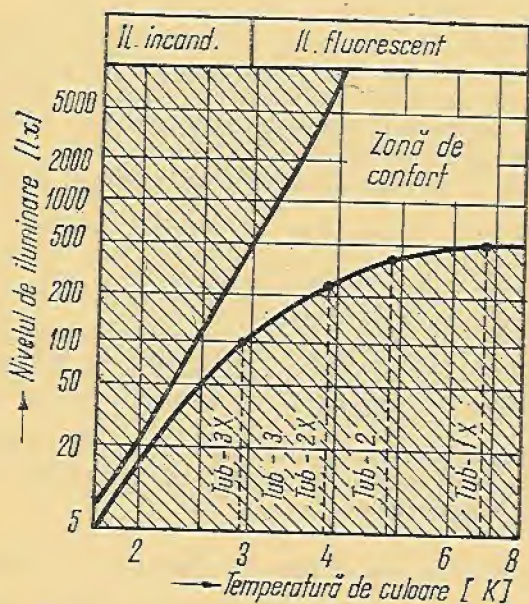


Fig. 12.3. Diagrama Kruithof de confort vizual (s-au marcat nivelurile minime de iluminare la care se utilizează tuburile fluorescente).

Comanda iluminatului general se va face pe zone și în trepte, funcție de nevoile de iluminat, obișnuit centralizat la tabloul de distribuție (în hale) sau de la intrări (în compartimentări). Iluminatul localizat va fi comandat local; cel de pază interior, de la intrări (de regulă din exterior) iar cel exterior, centralizat pe unul sau mai multe puncte de aprindere amplasate la poartă sau la tablourile de distribuție respective.

## 12.2. Calculul iluminatului electric

### 12.2.1. Metoda factorului de utilizare

Este metoda de calcul uzuală pentru iluminatul interior din spații limitate, cu coeficienți de dispersie și reflexie mari. Se calculează iluminarea medie cu relația:

$$E = \frac{N \Phi_l u}{S} \frac{1}{\Delta}, \quad (12.1)$$

unde:  $\Phi_l$  este fluxul luminos al lămpii alese, în lx;

$N$  — numărul de lămpi necesar;

$u$  — factorul de utilizare al corpului de iluminat (v. § 5.2.2; 5.3.2) funcție de indicele încăperii,

$$i = \frac{L l}{h(L + l)}, \text{ sau } i = \frac{3 L l}{2h(L + l)}, \quad (12.2)$$

prima relație referindu-se la iluminatul direct sau mixt, a doua la cel indirect sau semi-direct;

$L, l$  — lungimea, respectiv lățimea încăperii, în m;

$h$  — înălțimea dintre corpul de iluminat și planul util (iluminat pentru lucru), în m (v. fig. 12.4, e);

$S$  — suprafața încăperii (produsul  $L l$ ), în  $m^2$ ;

$\Delta$  — factorul de depreciere datorat îmbătrânirii lămpii, și murdării lămpii și corpului de iluminat; valori:

| Caracteristicile mediului | $\Delta$ /perioada de curățire a corpurilor de iluminat în luni, pentru categoria de depreciere a acestora: |         |         |         |         |
|---------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
|                           | I   | II      | III     | IV      | V       |
| Foarte curat              | 1,25/24   | 1,25/24 | 1,25/12 | 1,30/12 | 1,25/18 |
| Curat                     | 1,25/12   | 1,25/18 | 1,30/12 | 1,35/12 | 1,30/12 |
| Mediu                     | 1,25/9  | 1,25/12 | 1,30/9  | 1,30/6  | 1,25/6  |
| Murdar                    | 1,25/6  | 1,25/6  | 1,30/6  | 1,35/6  | 1,30/6  |
| Foarte murdar             | 1,30/3  | 1,25/3  | 1,30/3  | 1,35/3  | 1,30/3  |

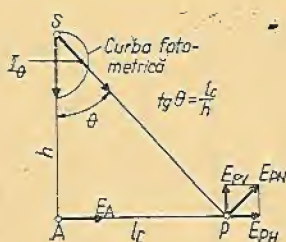
— Caracteristicile mediilor industriale (exemple): *foarte curat* — secții de piese electronice, laboratoare și secții prevăzute cu filtrarea aerului de introducere; *curat* — secții de montaj aparate electronice, optice și de măsurat, laboratoare industriale, camere de comandă; *mediu* — industria farmaceutică, laptelui, panificației, textilă (filaturi, țesătorii, tricotaje), confecțiilor, încălțămintei, porțelanului și țigaretelor, hale de prelucrări mecanice la rece și de montaj, sala mașinilor centralelor electrice; *murdar* — cazangerii, turnătorii, forje, oțelării, laminoare, fabrici ciment, și sticlă, industria lemnului și hârtiei, sala cazanelor centralelor electrice; *foarte murdare* — cocserii, furnale, întreprinderi de negru de fum, gospodării de cărbune.

Categoriile de depreciere a corpurilor de iluminat: *I* — fără elemente reflectorizante (FIA, FIPA etc.); *II* — cu reflector perforat (FIRB, FIPRB etc.); *III* — cu reflector neperforat (FIRA, FIPRA, PVCSb etc.); *IV* — cu reflector cu ecran sau cu ecran din sticlă sau material plastic (FIAG, I-EP, I-ED, P-IC, P-IB etc.); *V* — cu ecran din material difuzant sau din sticlă clară și dispozitiv metalic de protecție la lovire (FIDA, FIDI, IMS, AV, AI, CFS, PVB, PVD etc.).

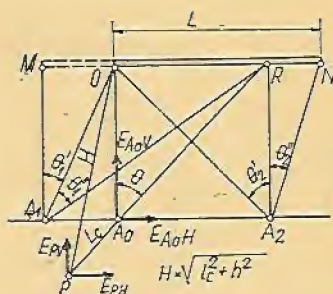
Exemplul de calcul 12.1. Calculul iluminatului pentru atelierul mecanic din fig. 12.5, în care se execută lucrări de precizie medie pe fond luminos cu contrast mare. Caracteristicile încăperii:

$$L = 42 \text{ m}, l = 36 \text{ m}, h = 7 \text{ m}, \rho_t = \rho_p = 0,5; K = 0,6; \Delta = 1,3.$$

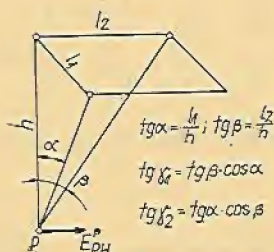




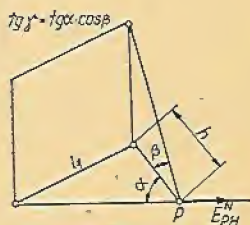
a



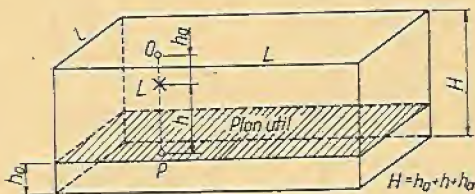
b



c



d



e

Fig. 12.4. Calculul iluminatului electric:

a — sursă punctiformă; b — sursă liniară; c — sursă de suprafață paralelă cu planul de lucru; d — idem, perpendiculară; e — cote pentru determinarea indicelui încăperii;

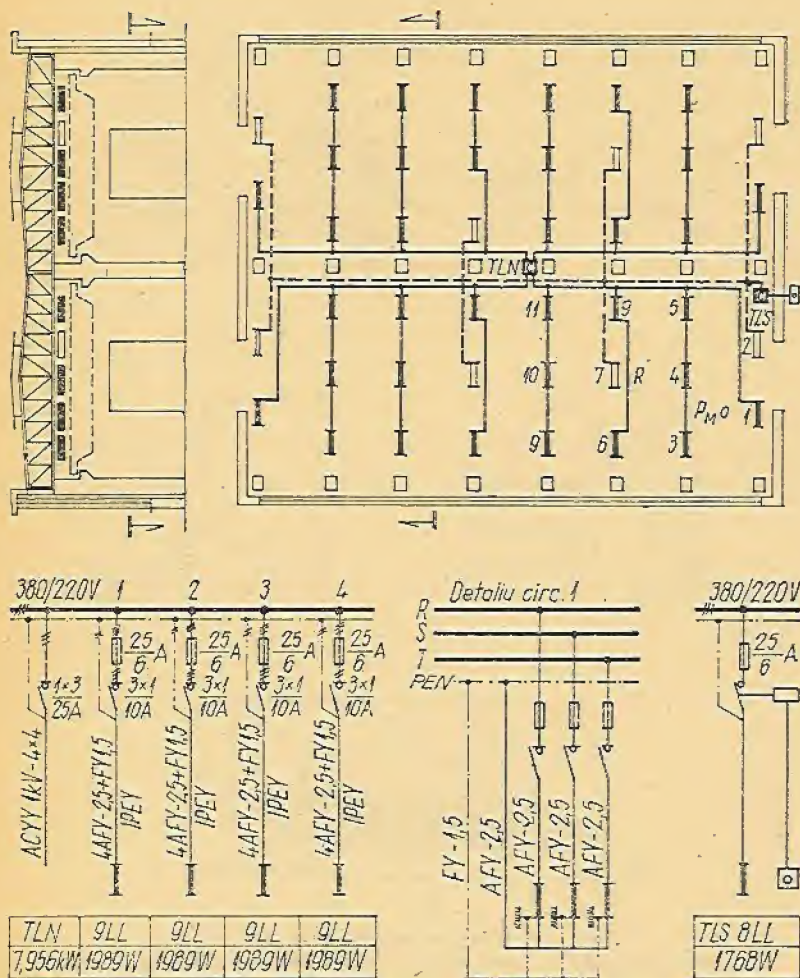


Fig. 12.5. Planul și schema instalației de iluminat a unei hale industriale.

Se aleg corpuri de iluminat FIRA-365 echipate cu tuburi fluorescente culoarea 3 cu  $\Phi_1 = 4600 \text{ lm}$  (v. §§ 5.1.2., 5.2) și iluminarea medie minimă necesară lucrului  $E = 150 \text{ lx}$  (v. § 12.1.3).

Se calculează:

$$i = \frac{42 \cdot 36}{7(42 + 36)} = 27,7 \rightarrow u = 0,57,$$

$$N = \frac{150 \cdot 42 \cdot 36 \cdot 1,3}{0,57 \cdot 3 \cdot 4600} = 43,25 \rightarrow \text{se alege } 44 \text{ FIRA-365,}$$

$$E_{\text{med}} = 150 \frac{44}{43,25} = 152,6 \text{ lx.}$$

### 12.2.2. Metoda punct cu punct

Se folosește în special pentru iluminatul exterior sau pentru verificarea factorului de uniformitate în iluminatul interior. În calcule se consideră și aportul izvoarelor de lumină vecine punctului pentru care se face calculul iluminării. Cazuri uzuale:

a. Izvoare punctiforme (fig. 12.4, a): cu relațiile (12.3):

$$E_A = \frac{I_\theta}{h^2} \frac{1}{\Delta}; \quad E_{PN} = \frac{I_\theta \cos^2 \theta}{h^2} \frac{1}{\Delta};$$

$$E_{PV} = \frac{I_\theta \cos^2 \theta \sin \theta}{h^2} \frac{1}{\Delta}; \quad E_{PH} = \frac{I_\theta \cos^2 \theta}{h^2} \frac{1}{\Delta};$$

b. Izvoare liniare (fig. 12.4, b): cu relațiile (12.4):

$$E_{A_0H} = \frac{I_N(\sin \theta \cos \theta + \theta)}{2h} \frac{1}{\Delta}; \quad E_{A_0V} = \frac{I_N \sin^2 \theta}{2h} \frac{1}{\Delta};$$

$$E_{A_i} = E_{\overline{MN}} - E_{\overline{MO}}; \quad E_{A_i} = E_{\overline{OR}} + E_{\overline{RN}};$$

$$E_{PH} = \frac{I_N(\sin \theta \cos \theta + \theta)}{2H} \frac{1}{\Delta}; \quad E_{PV} = \frac{I_N \sin^2 \theta}{2H} \frac{1}{\Delta}.$$

c. Izvoare de suprafață plană: cu relațiile (12.5):  
— paralele cu suprafața luminată (fig. 12.4, c):

$$E_{PH}^p = \frac{B(\gamma_1 \sin \alpha + \gamma_2 \sin \sigma)}{2};$$



— perpendiculară pe suprafața luminată (fig. 12.4, *d*):

$$E_{PH}^N = \frac{B(\alpha - \gamma \cos \sigma)}{2},$$

unde:  $E$  este iluminarea de calculat, în lx, în plan orizontal  $H$ , vertical  $V$  sau normal  $N$  față de raza incidentă, în punctele  $A_0, A_1, A_2$  și  $P$ ;  
 $I_0, I_N$  — intensitatea luminoasă, în cd, pe direcția sursă — suprafața luminată, care face unghiul  $\theta$  cu verticala sursei, respectiv pe direcția  $N$  normală pe izvor; se determină din curbele fotometrice ale corpului de iluminat ales (v. fig. 5.4, 5.5, 12.4);

$B$  — strălucirea medie a izvorului de lumină, în  $\text{cd/m}^2$ ; pentru cazul nostru,

$$B = \Phi_e / S;$$

$\Phi_e$  — fluxul luminos total al izvorului de lumină, în lm;

$S_e$  — suprafața plană de emisie a izvorului, în  $\text{m}^2$ .

Celelalte notații se deduc din figurile explicative, unde unghiurile se măsoară în radiani și se pot determina după calcularea prealabilă a tangențelor lor, din tabelul de mai jos:

| tg $\theta$ | $\theta$ , rad | sin $\theta$ | sin <sup>2</sup> $\theta$ | cos $\theta$ | cos <sup>2</sup> $\theta$ | cos <sup>3</sup> $\theta$ | cos <sup>2</sup> $\theta$ · sin $\theta$ |
|-------------|----------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|--|
| 1           | 2              | 3            | 4                         | 5            | 6                         | 7                         | 8  |
| 0,00        | 0,000          | 0,000        | 0,000                     | 1,000        | 1,000                     | 1,000                     | 0,000                                    |
| 0,05        | 0,500          | 0,050        | 0,025                     | 0,999        | 0,9975                    | 0,996                     | 0,050                                    |
| 0,10        | 0,100          | 0,100        | 0,010                     | 0,995        | 0,990                     | 0,985                     | 0,099                                    |
| 0,15        | 0,149          | 0,148        | 0,022                     | 0,989        | 0,978                     | 0,967                     | 0,145                                    |
| 0,20        | 0,197          | 0,196        | 0,039                     | 0,981        | 0,961                     | 0,943                     | 0,189                                    |
| 0,25        | 0,245          | 0,243        | 0,059                     | 0,970        | 0,941                     | 0,913                     | 0,228                                    |
| 0,30        | 0,219          | 0,297        | 0,083                     | 0,958        | 0,917                     | 0,879                     | 0,264                                    |
| 0,35        | 0,337          | 0,330        | 0,109                     | 0,994        | 0,981                     | 0,841                     | 0,294                                    |
| 0,40        | 0,380          | 0,371        | 0,138                     | 0,928        | 0,862                     | 0,800                     | 0,320                                    |
| 0,45        | 0,432          | 0,410        | 0,160                     | 0,912        | 0,832                     | 0,758                     | 0,341                                    |
| 0,50        | 0,464          | 0,447        | 0,200                     | 0,894        | 0,800                     | 0,716                     | 0,358                                    |
| 0,60        | 0,540          | 0,515        | 0,265                     | 0,857        | 0,735                     | 0,630                     | 0,378                                    |
| 0,70        | 0,611          | 0,574        | 0,329                     | 0,819        | 0,671                     | 0,550                     | 0,385                                    |
| 0,80        | 0,675          | 0,625        | 0,389                     | 0,781        | 0,610                     | 0,476                     | 0,391                                    |

| 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 0,90  | 0,733 | 0,669 | 0,447 | 0,743 | 0,553 | 0,411  | 0,371 |
| 1,00  | 0,785 | 0,707 | 0,500 | 0,707 | 0,500 | 0,354  | 0,354 |
| 1,10  | 0,833 | 0,740 | 0,578 | 0,673 | 0,452 | 0,304  | 0,335 |
| 1,20  | 0,876 | 0,768 | 0,590 | 0,604 | 0,410 | 0,262  | 0,315 |
| 1,30  | 0,905 | 0,793 | 0,628 | 0,610 | 0,372 | 0,227  | 0,295 |
| 1,40  | 0,951 | 0,814 | 0,662 | 0,581 | 0,338 | 0,196  | 0,275 |
| 1,50  | 0,983 | 0,832 | 0,692 | 0,555 | 0,308 | 0,171  | 0,256 |
| 1,60  | 1,012 | 0,848 | 0,719 | 0,530 | 0,281 | 0,149  | 0,238 |
| 1,80  | 1,064 | 0,874 | 0,764 | 0,486 | 0,236 | 0,114  | 0,206 |
| 2,00  | 1,107 | 0,894 | 0,800 | 0,447 | 0,200 | 0,0895 | 0,179 |
| 2,20  | 1,144 | 0,910 | 0,829 | 0,414 | 0,171 | 0,0709 | 0,156 |
| 2,40  | 1,176 | 0,932 | 0,852 | 0,385 | 0,148 | 0,0569 | 0,137 |
| 2,60  | 1,204 | 0,833 | 0,871 | 0,359 | 0,128 | 0,0462 | 0,120 |
| 2,80  | 1,288 | 0,942 | 0,887 | 0,336 | 0,113 | 0,0380 | 0,106 |
| 3,00  | 1,249 | 0,949 | 0,900 | 0,316 | 0,100 | 0,0316 | 0,095 |
| 43,50 | 1,292 | 0,962 | 0,924 | 0,275 | 0,076 | 0,0208 | 0,073 |
| 4,00  | 1,326 | 0,970 | 0,941 | 0,242 | 0,059 | 0,0143 | 0,057 |
| 5,50  | 1,352 | 0,976 | 0,953 | 0,317 | 0,047 | 0,0102 | 0,064 |
| 5,00  | 1,373 | 0,981 | 0,861 | 0,196 | 0,039 | 0,0076 | 0,038 |
| 6,50  | 1,391 | 0,984 | 0,968 | 0,179 | 0,032 | 0,0057 | 0,031 |
| 6,00  | 1,406 | 0,986 | 0,973 | 0,164 | 0,027 | 0,0045 | 0,027 |
| 7,50  | 1,418 | 0,988 | 0,977 | 0,152 | 0,023 | 0,0035 | 0,023 |
| 7,00  | 1,429 | 0,990 | 0,980 | 0,141 | 0,020 | 0,0028 | 0,020 |
| 8,50  | 1,438 | 0,991 | 0,983 | 0,132 | 0,017 | 0,0023 | 0,017 |
| 8,00  | 1,447 | 0,992 | 0,985 | 0,124 | 0,015 | 0,0019 | 0,015 |
| 9,50  | 1,454 | 0,993 | 0,896 | 0,117 | 0,014 | 0,0016 | 0,014 |
| 9,00  | 1,460 | 0,994 | 0,988 | 0,110 | 0,012 | 0,0013 | 0,012 |
| 9,50  | 1,466 | 0,995 | 0,989 | 0,105 | 0,016 | 0,0012 | 0,011 |
| 10,00 | 1,471 | 0,995 | 0,990 | 0,100 | 0,010 | 0,0010 | 0,010 |

Exemplul de calcul 12.2. Verificarea condițiilor de uniformitate a iluminării din exemplul 12.1.

Cele 44 de corpuri de iluminat sînt dispuse în pătrat cu latura de 6 m, exceptînd pe cele din capetele hălei care sînt dispuse pe axele intersec-diagonalelor pătratelor.

Se consideră punctul  $P_m$  de iluminare minimă, la care contribuie lămpile corpurilor de iluminat poziționate 1 ... 8. Se calculează aportul corpului de iluminat poziția 1:

$$\theta_1 = \arctg \frac{3}{7} = 22^\circ 56'; \text{ rezultă } \rightarrow \cos^3 22^\circ 56' = 0,776$$

$$I_{\theta_1} = 3 \cdot 250 \cdot 4600 / 1000 = 3450 \text{ lm} - \text{din curba fotometrică};$$

$$E_{P_m H_1} = 3450 \cdot 0,776 / 1,3 = 36,4 \text{ lx}.$$

Similar se calculează și contribuția celorlalte surse, sintetizând rezultatul în tabelul de mai jos, la un loc cu cel al punctului  $P_M$  de iluminare maximă, la care contribuie corpurile de iluminat cu pozițiile 3 ... 11:

| Sursa             | $l_c, m$ | $h, m$ | $tg \theta$ | $\theta^\circ$ | $\cos^3 \theta$ | $I_0, lm$ | $E_{PH}, lx$ |
|-------------------|----------|--------|-------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
| 1                 | 3,00     | 7      | 0,429       | 22°56'         | 0,776           | 3450      | 36,4         |
| 2                 | 6,71     | 7      | 0,959       | 43°30'         | 0,377           | 2484      | 12,7         |
| 3, 4              | 4,24     | 7      | 0,606       | 30°58'         | 0,630           | 2760      | 47,3         |
| 5, 6, 7           | 9,49     | 7      | 1,356       | 53°33'         | 0,212           | 2070      | 17,9         |
| 8                 | 12,73    | 7      | 1,799       | 61°00'         | 0,114           | 1725      | 2,6          |
| Total în $P_{MH}$ |          |        |             |                |                 |           | 116,9        |
| 3, 5, 9, 11       | 8,49     | 7      | 0,212       | 47°44'         | 0,304           | 2484      | 41,1         |
| 4, 6, 8, 10       | 6,00     | 7      | 0,857       | 40°00'         | 0,446           | 2760      | 67,0         |
| 7                 | 0,00     | 7      | 0,000       | 0°00'          | 1,000           | 3795      | 51,0         |
| Total în $P_{MH}$ |          |        |             |                |                 |           | 159,7        |

Uniformitatea iluminării (v. § 12.1.3. nota 4):

$E_m/E_{med} = 116,9/152,6 = 0,766 > 0,65$  admis,

$E_{med}/E_M = 152,6/159,7 = 0,956 > 0,65$  admis.

### 12.2.3. Metoda puterii specifice

Se folosește în calcule aproximative pentru instalațiile interioare în faza de proiectare de notă de comandă (NC) sau proiect de execuție (PE). Puterea electrică necesară pentru iluminat:

$$P = \frac{10SE\Delta}{E_s} \text{ sau } P = \frac{40pSE\Delta}{s\Phi_1}, \quad (12.6)$$

prima relație fiind pentru iluminat incandescent, iar a doua pentru iluminat fluorescent; în aceste relații:

$S, E, \Delta$  sînt specificate în § 12.2.1;

$E_s$  — iluminarea specifică, în lx/W; valori funcție de  $p$ :

| $p, W$ | 127 V  |      |          | 220 V  |      |          |
|--------|--------|------|----------|--------|------|----------|
|        | Direct | Mixt | Indirect | Direct | Mixt | Indirect |
| 1      | 2      | 3    | 4        | 5      | 6    | 7        |
| 40     | 26,0   | 22,5 | 16,5     | 23,0   | 19,5 | 14,5     |
| 60     | 29,0   | 25,0 | 18,5     | 27,0   | 21,0 | 15,0     |
| 100    | 35,0   | 30,0 | 22,0     | 27,0   | 23,0 | 17,0     |



| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 150  | 39,5 | 34,0 | 24,5 | 31,0 | 26,5 | 19,5 |
| 200  | 41,5 | 36,5 | 26,0 | 34,0 | 29,5 | 21,5 |
| 300  | 44,0 | 38,0 | 27,5 | 37,0 | 32,0 | 23,5 |
| 500  | 48,0 | 41,0 | 30,0 | 41,0 | 35,0 | 25,5 |
| 750  | 50,0 | 42,5 | 31,5 | 44,5 | 38,0 | 28,0 |
| 1000 | 52,0 | 44,0 | 32,5 | 47,0 | 40,0 | 29,5 |

$\Phi_1$  — fluxul luminos total al sursei, în lm;

s — suprafața specifică ce revine unui corp de iluminat convențional, în m<sup>2</sup>; valori:

| Corp de iluminat<br>echipat cu: | Pentru dimensiunile și culoarea încă-<br>perilor (D-deschis; M-medie) |    |                |    |         |    |
|---------------------------------|---|----|----------------|----|---------|----|
|                                 | $l/H=4$   |    | $l/H=2 \div 4$ |    | $l/H=2$ |    |
|                                 | D   | M  | D              | M  | D       | M  |
| reflector emailat               | 22  | 20 | 18             | 17 | 16      | 15 |
| abajur oglindă                  | 19  | 17 | 16             | 14 | 13      | 12 |
| sticlă difuzantă                | 14  | 11 | 11             | 9  | 9       | 7  |

Numărul necesar de corpuri de iluminat (cu aceleași notații):

$$N = P/p \quad (12.7)$$

Exemplul de calcul 12.3. Pentru exemplul 12.1:

$$N = \frac{40 \cdot 42 \cdot 36 \cdot 150 \cdot 1,3}{20 \cdot 3 \cdot 4600} = 42,84 \text{ buc.}$$

Rezultatul este comparabil cu cel găsit prin metoda § 12.2.1.

### 12.3. Dimensionarea circuitelor și coloanelor instalațiilor de iluminat

#### 12.3.1. Dimensionarea circuitelor instalațiilor de iluminat și de prize pentru aparate electrice de uz casnic și similare

Condiții de dimensionare. Circuitele de iluminat, separate de cele de prize; excepții: instalațiile mononul din apartamentele cu  $P_i \leq 1,3$  kW (fază-lămpi, fază-prize, nul comun, toate în același tub) sau circuitele comune pentru lămpi

și prize admise pentru clădirile secundare izolate sau destinate cazării gen cămin-internat (fază și nul în același tub pentru lămpi și prize).

Încărcarea maximă a unui circuit:

— Pentru iluminat: în locuințe, 12 corpuri iluminat în apartamente și 15 în spații comune (holuri, scări etc.) însumând maximum 1 kW; în rest 30 de corpuri iluminat pe fază, însumând pe circuit maximum 3 kW în monofazat și 8 kW în trifazat;

— Pentru prize simple sau duble de utilizare generală: în locuințe 8 (cel puțin una pentru fiecare încăpere de locuit și după necesități în dependențe), iar în rest 15, în ambele cazuri însumând o putere totală de 2 kW — 220 V sau 1 kW — 120 V; prizele pentru frigider, mașină spălat, fier călcat etc. vor fi cu contact de protecție legat la nulul de protecție al instalației;

— Pentru aparate de puteri peste 2(1) kW sau neprevăzute prin construcție cu cordon de alimentare se vor prevedea pentru fiecare circuite separate, mono sau trifazate de putere corespunzătoare;

— Pentru prize de tensiune redusă: circuit separat de putere corespunzătoare transformatorului de tensiune redusă.

În fig. 12.4 se arată planul și schema unei instalații electrice de iluminat pentru o hală industrială, iar în fig. 12.6, pentru un apartament.

**Curentul de calcul pentru fiecare circuit:**

$$I_c = \frac{P \cdot 10^3}{k_f U \cos \varphi}, \quad (12.8)$$

unde:  $P$  este puterea totală a circuitului conform precizărilor de mai sus, în kW;

$k_f$  — factorul de fază egal cu 1 în monofazat și 1,73 în trifazat;

$U$  — tensiunea de fază în monofazat sau cea de linie în trifazat, în V;

$\cos \varphi$  — factorul de putere al sarcinii egal cu: 1 pentru circuitele de lumină sau de prize de utilizare generală; conform caracteristicilor receptoarelor racordate, pentru prizele cu destinație specială sau racordurile directe la receptoare fără cordon.

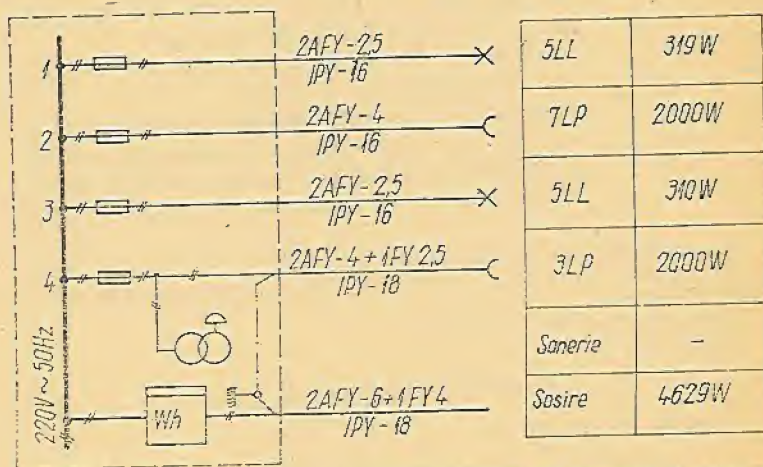
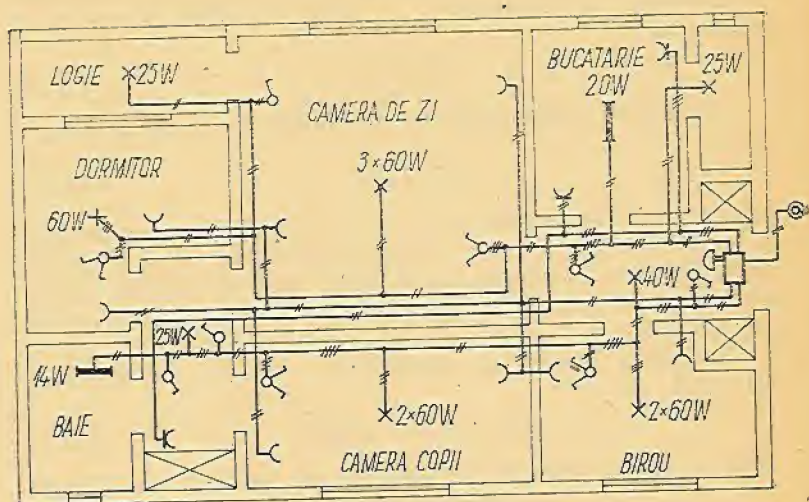


Fig. 12.6. Planul și schema instalației electrice de iluminat și prize ale unui apartament.



**Protecția electrică a circuitelor:** prin siguranțe fuzibile, preferabil cu acțiune lentă, sau prin întreruptoare automate monopolare de instalații (v. § 3.4). Curentul de reglaj al protecției:

$$I_{pr} \geq I_c \quad (12.9)$$

**Secțiunea conductoarelor circuitului:** se alege  $s_c$  pentru care:

$$I_{ad} \geq I_{pr}/k_s, \quad (12.10)$$

unde:  $k_s$  este un coeficient de siguranță la încărcarea termică a circuitului egal cu 0,6 ... 0,8 pentru siguranțe și 1 pentru întreruptoare automate, iar  $I_{ad}$  este curentul maxim admis în conductor în regim permanent de funcționare, în A (v. § 2.1.3).

Secțiunea aleasă se verifică la căderea de tensiune, trebuind ca:

$$\Delta U_c + \Delta U_a = \Delta U_L, \quad (12.11)$$

unde:  $\Delta U_c$  este căderea de tensiune pe circuit, de la tabloul de distribuție până la cel mai depărtat corp de iluminat, calculată cu una din relațiile de la § 1.2.3, preferabil în %;

$\Delta U_a$  — căderea de tensiune în amonte de tabloul de distribuție (v. § 1.3.3);

$\Delta U_L$  — căderea de tensiune maximă admisă, egală cu 3% la consumatorii alimentați direct din rețeaua publică pe JT și cu 8% la cei cu post de transformare sau centrală proprii.

**Exemplul de calcul 12.4.** Calculul circuitului de iluminat nr. 1 din fig. 12.4, ținând cont că  $\Delta U_a = 1,45\%$ , iar consumatorul are post de transformare propriu.

Circuit trifazat cu 3 FIRA-3.

65/fază, deci:

$$I_c = 3 \cdot 221 / (220 \cdot 0,8) = 3,76 \text{ A.}$$

Fuzibilul siguranței:

$$I_{pr} = 3,76 \text{ A} \text{ — se alege mărimea normată } I_{pr} = 6 \text{ A.}$$

Secțiunea conductorului: se alege conductor AFY — 2,5 mm<sup>2</sup>:

$$I_{ad} = 15 \text{ A} > 6/0,8 = 7,5 \text{ A.}$$

Căderea de tensiune pe circuit: conform fig. 12.7 dedusă din fig. 12.4, pentru circuitul I, cazul cel mai defavorabil este pentru faza T, pentru care

$$\Delta U_c = \frac{2 \cdot 221 \cdot 100}{35,2 \cdot 5 \cdot 220^2} (12 \cdot 3 + 12 \cdot 2 + 18) = 0,81\%,$$

$$\Delta U_L = \Delta U_a + \Delta U_c = 1,45 + 0,81 = 2,26 < 8\% \text{ admis.}$$

Rezultă că  $s_c = 2,5 \text{ mm}^2$  (care este și secțiunea minimă admisă în instalații pentru astfel de conductoare conform § 16.1.2) satisface.

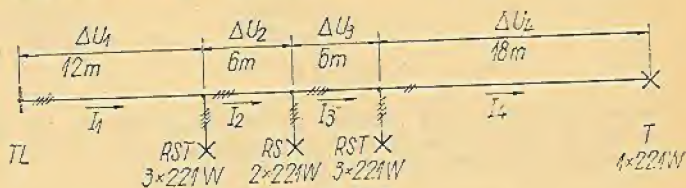


Fig. 12.7

### 12.3.2. Dimensionarea coloanelor pentru racordarea tablourilor de distribuție ale instalațiilor de iluminat

Curentul de calcul se determină conform § 9.4.4 inclusiv nota sau, mai exact, cu relația:

$$I_c = \frac{k_s P \cdot 10^3}{k_f U \cos \varphi}, \quad (12.12)$$

unde:  $k_s$  este un coeficient de simultaneitate cu valorile:  
 1 — hale industriale și iluminat exterior;  
 0,8 ... 0,9 — clădiri tehnico-administrative sau pentru public; conform §§ 9.4.3 și 9.4.4 în clădirile de locuit;  
 rest — v. relația (12.8).

Protecția electrică și secțiunea conductoarelor coloanei se aleg ca și în cazul circuitului cu precizarea că pentru  $\Delta U_a$ , în cazul în care racordul tabloului de distribuție pentru iluminat (TL) nu se face direct la rețeaua publică (TG) sau la tabloul general de distribuție al postului trafa propriu consumatorului (TGD), valoarea sa va fi dată de suma

căderilor succesive de tensiune dintre TG sau TGD și TL. Se recomandă valoarea  $\Delta U_a = 0,7\Delta U_L$ , admitându-se maximum  $0,3\Delta U_L$  pe circuit.

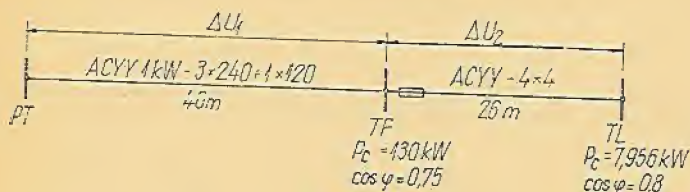


Fig. 12.8

**Exemplul de calcul 12.5.** Schema de alimentare a TL din fig. 12.4 este cea din fig. 12.8. Se cere dimensionarea coloanei la TL.

În aceeași ordine din exemplul 12.4 se determină:

$$I_c = \frac{1.7956}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 15,13 \text{ A},$$

$I_{pr} = 15 \text{ A}$  — se alege fuzibil cu  $I_{pr} = 16 \text{ A}$ .

Secțiunea minimă admisă pentru coloană (v. § 16.1.2) este  $4 \text{ mm}^2$  la conductoarele de aluminiu; se alege deci cablu ACYY 1 kV —  $4 \times 4 \text{ mm}^2$ .

$$I_{ad} = 30 > 16/0,8 = 20 \text{ A};$$

$$\Delta U_1 = \frac{40 \cdot 130 \cdot 10^3 \cdot 100}{35 \cdot 240 \cdot 380^2} = 0,43\%; \quad \Delta U_2 = \frac{26 \cdot 7956 \cdot 100}{35 \cdot 4 \cdot 380^2} = 1,02\%;$$

$$\Delta U_a = 0,43 + 1,02 = 1,45\% < 5,6\% \text{ recomandat.}$$

## 12.4. Montarea aparatelor instalațiilor de iluminat

### 12.4.1. Condiții generale de montare

#### Corpurile de iluminat:

- Se vor amplasa la înălțimi care să evite fenomenul de orbire (v. § 12.1.5) și la distanțe între ele care să asigure uniformitatea iluminatului (v. § 12.1.3 — nota 4 și § 12.4.2);

- Racordarea lor se face numai între fază și nul (interzis între două faze): conductorul de fază se leagă la borna piesei de contact din fundul dulciei, iar conductorul de nul de lucru



la borna părții filetate a duliei; în rețelele de iluminat trifazate se va urmări uniformitatea încărcării fazelor;

- Când se cere (v. § 12.3.1), conductorul de protecție contra electrocutării se leagă între borna de protecție de pe aparat și instalația de protecție (la nul sau la pământ); corpurile de iluminat portative vor avea glob de sticlă cu grătar de protecție;

- Elementele de suspendare a corpurilor de iluminat (cîrlige, dibluri etc.) vor fi dimensionate la 5 ori greutatea suspendată, dar nu mai puțin de 10 kg;

- Deasupra lavoarelor (în încăperi  $U_1$  și  $U_2$ ), se admite montarea corpurilor de iluminat cu carcasă electroizolantă IP21 la minimum 1,8 m înălțime.

**Întreruptoarele și comutatoarele pentru comanda iluminatului:**

- Se vor monta numai pe conductorul de fază;
- Pentru lămpi cu descărcări, vor fi de minimum 10 A;
- În încăperile numai cu lavoare și grupuri sanitare și în bucătării se admite montarea întreruptoarelor respectînd distanța minimă cerută față de elementele metalice puse la pământ.

**Prizele:**

- Se montează normal pe elemente de construcție verticale, respectînd distanțele minime din § 12.4.3; admis și în pardoseală, dacă aparatele sînt IP54 rezistente la lovire sau în cutii speciale cu aceste caracteristici;

- Se montează astfel ca deconectat, să fie sub tensiune priza, nu fișa;

- Pentru aceeași încăpere și în scopuri diferite, vor avea culori sau forme proprii fiecărei tensiuni, intensități sau destinații;

- Pentru curenți și tensiuni peste 6 A la 220 V, vor fi prevăzute cu întreruptoare fie înaintea prizei, fie pe carcasa receptorului mobil; introducerea și scoaterea fișei se fac cu întreruptorul întrerupt;

- Atenție deosebită:

- în încăperi PC, prize cu contact de protecție și IP54;
- în bucătării, prize cu contact de protecție;

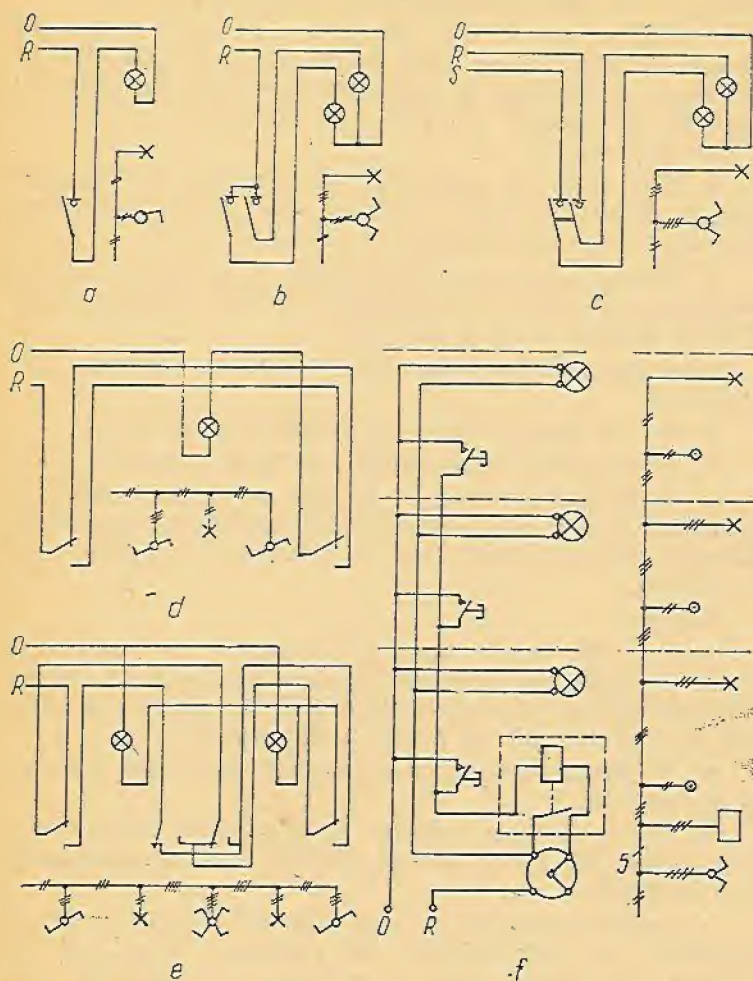


Fig. 12.9. Scheme de conectare a întreruptoarelor și comutatoarelor circuitelor de iluminat.

*a* — întreruptor monopolar; *b* — comutator; *c* — întreruptor bipolar; *d* — comutator scară; *e* — idem, plus cruce; *f* — întreruptor automat de scară.

— în încăperi cu lavoare și grupuri sanitare (fără dușuri) sau în băi și spălătorii familiale se admit, pentru ras, prize speciale cu transformator de separație înglobat.

Pentru toate aparatele de conectare electrice de perete:

- Interzisă montarea lor în încăperi de dușuri individuale sau colective și în băi și spălătorii colective;
- Când se montează unele sub altele (separate sau complete) ordinea de sus în jos: întreruptor, buton sonerie, priză curenți tari, priză Tc.

Scheme de conectare a aparatelor instalațiilor de iluminat se dau în fig. 12.9.

#### 12.4.2. Distanțe de montaj ale corpurilor de iluminat

| Iluminat exterior  |                     | Flux concentrat                                       | Flux semiconcentrat | Flux larg |
|--|---------------------|---|---------------------|-----------|
| Înălțimea $h$ de montaj, în m,                                 | $5 \cdot 10^3$      | 6,0   | 6,0                 | 7,5       |
| pentru fluxul $\Phi_l$ , în lm:                                | $(5 \div 10) 10^3$  | 6,0   | 7,5                 | 9,0       |
|  | $(10 \div 15) 10^3$ | 7,5   | 9,0                 | 10,5      |
|  | $15 \cdot 10^3$     | 9,0   | 10,5                | 12,0      |
| Raportul $d/h$ (distanța dintre stâlpi și înălțimea de montaj) |                     | 3,2   | 4,0                 | 6,0       |
| Iluminat interior  |                     | Precizări   |                     |           |
| 1  |                     | 2   |                     |           |
| Înălțimea de montaj $h$  |                     | v. § 12.1.2. și fig. 12.2                             |                     |           |
| Relații între $h$ și distanța dintre corpurile de iluminat:    |                     | v. fig. 12.10, $a \div d$                             |                     |           |
| — cu repartitie directă sau semi-directă:                      |                     |   |                     |           |
| • incandescente, cu aparat defazant                            |                     | $L_a = 0,7 h$   |                     |           |
| • idem, fără sau fluorescente                                  |                     | $L_a = (1 \div 1,5)h$ ; $L_b \leq 2h/3$               |                     |           |
| — cu repartitie mixtă  |                     | $L_a = (1 \div 1,5)h$ ; $i \leq L_a/2$                |                     |           |
| — cu repartitie indirectă:                                     |                     |   |                     |           |
| • suspendate, cu reflector normal                              |                     | $L_a = (1,5 \div 2)h$ ; $i = (1/5 \div \div 1/3) L_a$ |                     |           |
| • suspendate, cu reflector ogliindat                           |                     | $L_a = (1,5 \div 2)h$ ; $i = (1/8 \div \div 1/5) L_a$ |                     |           |



| 1   | 2  |             |     |     |     |             |     |     |   |
|---|--|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● în scafe cu lămpi incandescente normale</li><li>● în scafe cu lămpi incandescente cu oglindă</li><li>● în scafe cu lămpi fluorescente tubulare</li></ul> <p>Relații între dimensiunile de montaj în plan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— surse punctiforme dispuse în virfurile unui pătrat, dreptunghi sau romb</li><li>— surse lineare în șir întrerupt</li><li>— distanța față de pereți, cind:<ul style="list-style-type: none"><li>● se lucrează în zona respectivă</li><li>● nu se lucrează în zona respectivă</li></ul></li></ul> <p>Distanța față de elementele de construcție din materiale combustibile:</p> | $i \geq b/3$<br>$i \geq b/6$<br>$i = b/8 \div b/6$<br><i>v. fig. 12.10, e, f.</i><br>$L_b = (1 \div 1,73) L_a$<br>$L_b \geq l_c$ ; <i>v. și mai sus.</i><br>$L_d = (0,25 \div 0,3) L_{a(b)}$<br>$L_d = (0,40 \div 0,5) L_{a(b)}$ <table><tr><td><i>P, W</i></td><td>100</td><td>300</td><td>500</td></tr><tr><td><i>d, m</i></td><td>0,5</td><td>0,8</td><td>1</td></tr></table> | <i>P, W</i> | 100 | 300 | 500 | <i>d, m</i> | 0,5 | 0,8 | 1 |
| <i>P, W</i>   | 100  | 300         | 500 |     |     |             |     |     |   |
| <i>d, m</i>   | 0,5  | 0,8         | 1   |     |     |             |     |     |   |

### 12.4.3. Distanțe de montaj ale aparatelor de conectare ale instalațiilor de iluminat

| Specificația aparatului și locului de montaj                            | $d_{min}, m$ |
|---|--------------|
| 1   | 2            |
| Față de pardoseala încăperii:   |              |
| — întreruptoare, comutatoare de perete:                                 |              |
| ● rotative sau cu buton   | 1,5          |
| ● tip cumpănă   | $0,6 \div 1$ |
| — butoane de sonerie:   |              |
| ● în mediu uscat  | 1,5          |
| ● în băi și dușuri, prin șnur izolant, la maximum 8 V                   | 2,2          |
| — prize:  |              |
| ● în încăperile pentru copii din creșe, grădinițe, cămine, spitale etc. | 1,5          |
| ● în clase școlare  | 2,0          |
| ● în alte încăperi uscate   | 0,1          |
| ● în încăperi umede, cind este permis ( <i>v. § 12.4.1.</i> )           | 1,2          |

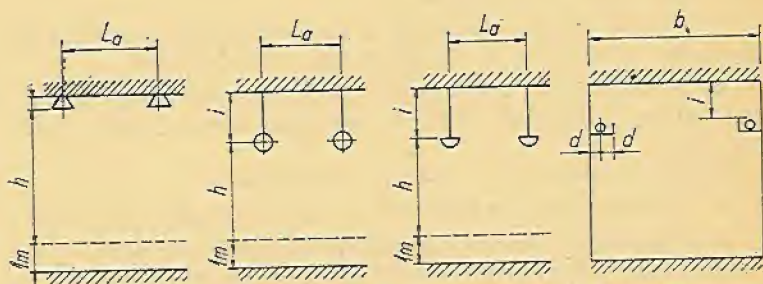
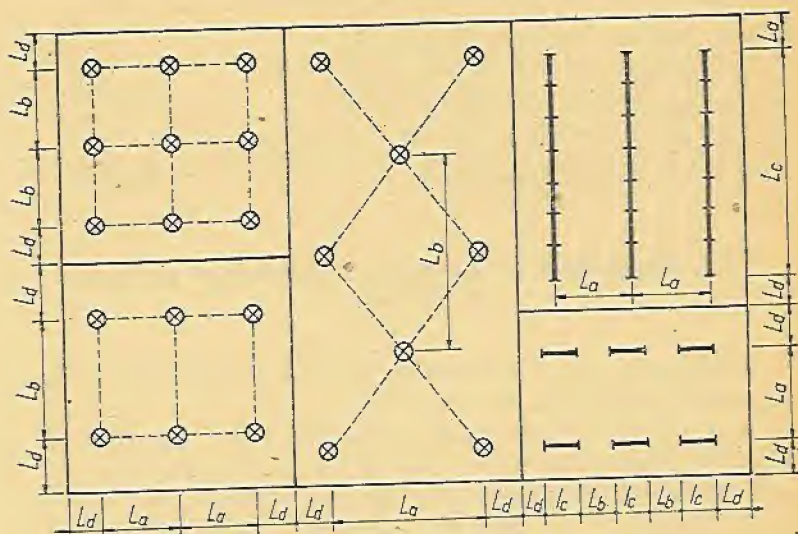


Fig. 12.10. Distanțe de montaj ale corpurilor de iluminat:

$a$  — la amplasarea în plan orizontal: în pătrat, în dreptunghi, în romb, în șir discontinuu; la amplasarea în plan vertical în cazul iluminatului:  $b$  — direct sau semidirect;  $c$  — mixt  $d$  — indirect sau semidirect;  $e$  — în scale.

| 1  | 2        |
|--|----------|
| Față de elementele metalice puse la pământ:  |          |
| — întreruptoare, comutatoare, prize cu contact de protecție, toate cu carcasă electroizolantă  | Nenormat |
| — restul aparatelor de conectare   | 0,8      |
| — în încăperi de producție și lucru (grup operator, laboratoare, frizerii, bucătării publice etc.), cu luarea măsurilor de protecție corespunzătoare | Nenormat |

## 12.5. Exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice de iluminat

Instalațiile vor fi menținute în stare de funcționare la parametrii proiectați, în care scop:

- Corpurile de iluminat și lămpile vor fi curățite la perioade reglementare (v. § 12.2.1 — coeficientul  $\Delta$ ), cu atât mai mult cu cât, pentru reducerea costului instalațiilor și a consumului de energie, coeficientul de depreciere s-a micșorat în calcule față de vechile valori, scurtându-se în schimb perioadele de curățire; lămpile cu durată de funcționare expirată (v. § 5.1) se vor schimba cu altele noi, chiar dacă mai funcționează;

- Se vor elimina pîlpîirile în iluminatul fluorescent prin înlocuirea, după caz, a lămpilor sau a starterelor;

- Se vor face măsurători periodice ale iluminărilor încăperilor, luîndu-se măsuri corespunzătoare dacă este necesar;

Pentru economia de energie electrică:

- Lucrul într-un schimb se va face pe lumină naturală;
- Iluminatul electric va funcționa numai în lipsa celui natural corespunzător și numai cînd se lucrează;

- Pentru curățenie se va utiliza iluminatul natural sau, dacă nu este posibil, un iluminat redus și numai unde se lucrează;

- După program, în timpul nopții, va rămîne în funcțiune numai iluminatul de pază sau, la hoteluri, cel de sigu-



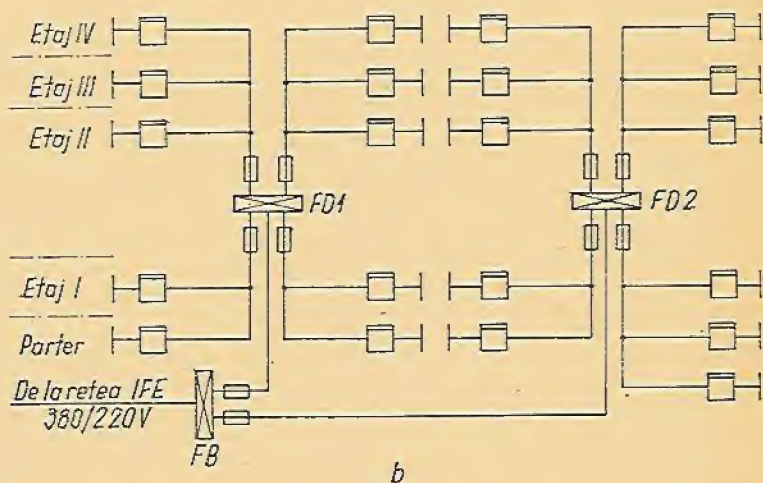
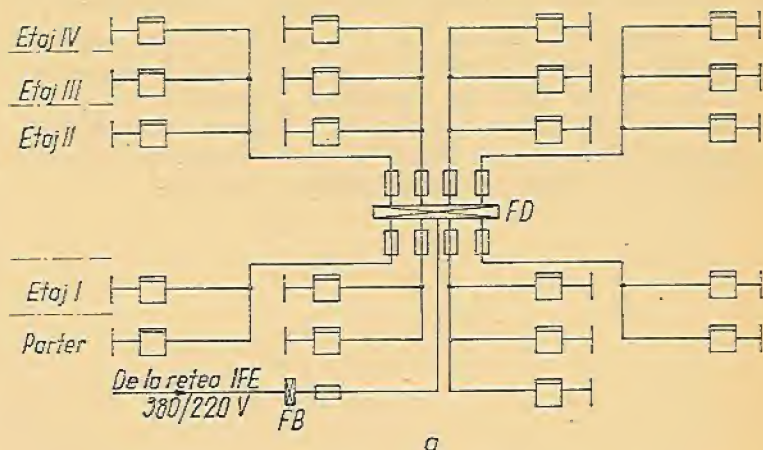


Fig. 12.11. Scheme de racord ale tablourilor de distribuție din blocurile de locuințe:

*a* — bloc P+4 cu o scară; *b* — idem, cu 2 scări; *FB*, *FD* — firidă de bransament, distribuții (pentru mai multe niveluri, schema se extinde prin amplasarea *FD* din 4 în 4 niveluri astfel ca o firidă să servească două niveluri deasupra și două dedesubtul ei).

ranță; în holurile și foaierele teatrelor, cinematografelor, caselor de cultură etc., în timpul spectacolelor va funcționa un iluminat redus, cel general utilizându-se numai în pauze;

- Iluminatul exterior va fi comandat după program, preferabil prin celulă fotoelectrică sau mecanism de ceasornic.

Întreaga activitate de exploatare și întreținere a instalațiilor de iluminat va fi organizată temeinic, stabilindu-se responsabilitățile și urmărind cu perseverență și exigență desfășurarea ei după un grafic judicios întocmit.

### 13. INSTALAȚII DE CONDENSATOARE STATICE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA FACTORULUI DE PUTERE

#### 13.1. Organizarea instalației:

**Destinație:** compensarea energiei electrice reactive consumate de receptoarele inductive, pentru obținerea unui  $\cos \varphi > 0,92$  (de la care consumatorul nu mai este penalizat).

**Compunere:** 1) stelajele cu condensatoare; 2) tabloul electric cu aparatele de conectare, protecție, măsură, semnalizare și descărcare; 3) legăturile circuitelor primare și secundare. Pentru stelaje și tablouri se preferă prefabricatele (v. § 6.2).

#### **Organizare, montaj:**

— centralizat, pentru grupe de receptoare, conectând condensatoarele pe trepte (preferabil automat) la bornele tablourilor generale de distribuție sau ale celor principale importante, funcție de necesarul de compensare (ușurință în exploatare, investiții reduse, dar nu descarcă rețeaua din aval de transportul energiei compensate);

— pe receptoare inductive de puteri mari cu funcționare îndelungată sau la lămpi fluorescente, conectând permanent bateria (cu o singură treaptă) la bornele receptorului (exploatare greoaie, investiție mai mare, dar compensare totală).

Modul de organizare și puterea optimă se definitivează prin calcul tehnico-economic conform instrucțiunilor MEE în vigoare.



### 13.2. Dimensionarea instalației

Puterea bateriei de condensatoare, în kvar:

- Centralizate (cînd se racordează la barele tablourilor de distribuție — fig. 13.2, *d, e*):

$$Q_b = P_c(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = \Sigma Q_{bi}, \quad (13.1)$$

unde:  $P_c$  este puterea activă cerută maximă față de care se face compensarea, calculată conform § 9.4.1, în kW;  $\operatorname{tg} \varphi_1, \operatorname{tg} \varphi_2$  — tangenta corespunzătoare factorului de putere, respectiv îmbunătățit natural (v. § 1.2.4);  $Q_{bi}$  — puterea pe trepte a bateriei, în kvar ( $i = 0, 1, 2 \dots n$ ; pentru  $i = 0$ , v. mai jos);

- Pentru un singur receptor (baterie fixă — fig. 13.2, *f*):

$$Q_b = P_n \operatorname{tg} \varphi_n. \quad (13.2)$$

unde  $\operatorname{tg} \varphi_n$  este tangenta corespunzătoare factorului de putere nominal al receptorului dat (v. § 1.2.4);

- În ambele cazuri calculul poate fi înlocuit prin utilizarea convenabilă a diagramei din fig. 13.1.

$Q_b$  determinat se rotunjește la valoarea cea mai apropiată de puterea bateriilor tipizate sau de puterea însumată a numărului de condensatoare necesar, însă nu mai mare decît valoarea  $P_c \operatorname{tg} \varphi_2$ , respectiv  $P_n \operatorname{tg} \varphi_n$ .

**Puterea treptelor bateriei centralizate, în kvar** (pentru posibilitatea comutării numărului de condensatoare necesar compensării energiei reactive):

- Treapta de mers în gol ( $i = 0$ ), numai la bateriile conectate la barele tablourilor generale de distribuție din posturile de transformare, pentru compensarea puterii reactive a transformatoarelor inclusiv la mersul în gol (este cuplată permanent direct la bornele transformatorului):

$$Q_{b0} = 9,9 k_0 S_T \cdot 10^{-3}, \quad (13.3)$$

unde:  $k_0 = 100 I_0 / I_n$  este curentul de mers în gol, în %;  $S_T$  — puterea nominală a transformatorului, în kVA;

- Numărul și puterea treptelor următoare ( $i = 1, 2, 3 \dots n$ ) se alege astfel ca să se poată obține combinații de comutație

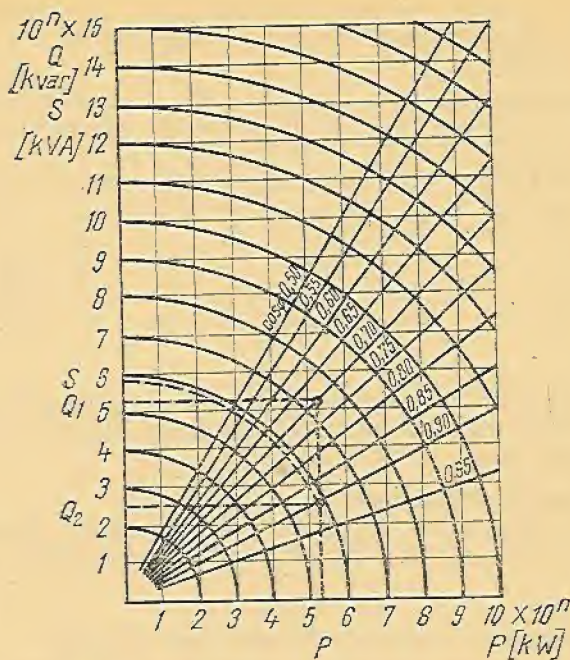


Fig. 13.1. Diagramă pentru determinarea puterii reactive de compensat ( $Q_b = Q_1 - Q_2$ ).

în număr și pe game de putere convenabile unui reglaj cât mai strîns și în limita caracteristicilor aparatelor, gabariturii echipamentelor și manevrelor operative posibile; astfel:

- Pentru comanda manuală a comutării treptelor  $i = 1 \dots 3$  pe cît posibil, preferabil:

$$Q_{b1} = k_j Q_{b0}, \quad Q_{b2} = k_j Q_{b1}, \quad Q_{b3} = k_j Q_{b2}, \quad (13.4)$$

unde  $j$  se alege prin încercări astfel ca în final:

$$\Sigma Q_{bi} = Q_b;$$

- Pentru comanda automată, cu cît curba consumului este mai variabilă cu atît  $i$  va fi mai mare, iar  $Q_{bi}$  de puteri

inegale, pentru obținerea combinațiilor de puteri convenabile; exemplu pentru  $BACDm\ 380/0-300-3s - 1 \times 60 + 2 \times 120\text{ kvar}$ :

| Specificație    |      | $Q$ , în kvar, pe combinații posibile |    |     |     |     |     |
|-----------------|------|---------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Treapta         | kvar | 1                                     | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   |
| $Q_{b0}$ — fixă | 15   | 15                                    | 15 | 15  | 15  | 15  | 15  |
| $Q_{b1}$        | 60   | —                                     | 60 | —   | 60  | —   | 60  |
| $Q_{b2}$        | 120  | —                                     | —  | 120 | 120 | 120 | 120 |
| $Q_{b3}$        | 120  | —                                     | —  | —   | —   | 120 | 120 |
| Total           | 315  | 15                                    | 75 | 135 | 195 | 255 | 315 |

( $Q_{b0}$ , conectată la bornele trafo, nu face parte din  $BACDm$  dar poate fi montată într-unul din modulele  $MK$  — v. § 8.3, dacă este loc).

### Protecția circuitelor:

• Contra scurtcircuitelor, prin siguranțe fuzibile cu ardere lentă sau cu relee de curent; curentul de pornire

$$I_{pr} = k_s I_c, \quad (13.3)$$

unde:  $k_s$  este un coeficient de siguranță; valori:

- pentru siguranțe fuzibile: pe baterie — 1,8; pe trepte — 1,6;

- pentru relee maxime de curent — 1,2;

$I_c$  — curentul de calcul al bateriei sau treptei, în A;

- Unde este cazul, contra: creșterii tensiunii (cu peste 10%), supracurenților (peste  $1,2 I_c$ ) și supratensiunilor atmosferice (în cazul conectării la LEA).

**Rezistențele de descărcare** ale bateriei sau treptelor, după deconectarea de la rețea, trebuie să asigure la borne o tensiune nepericuloasă (42 V) în mai puțin de 1 min la JT sau 5 min la MT; valoarea

$$R = 5 \cdot 10^3 U_n^2 / Q_b. \quad (13.4)$$

Bateriile pe receptoare sau treapta de mers în gol a bateriilor centralizate, legate direct la bornele receptorului, respectiv transformatorului se descarcă direct pe înfășurările acestora.



**Secțiunea conductoarelor** de legare în paralel a condensatoarelor în cadrul bateriei (obișnuit bare) și de legare a bateriilor la instalația de compensat (obișnuit cabluri) se dimensionează la încărcarea admisibilă și se verifică la curentul de protecție cu relația (11.42).

Exemplul de calcul 13.1. Instalația de compensare a postului trafo dimensionat în exemplul 10.1, știind că schema TGD este cea din fig. 10.3.

Puterea reactivă de compensat se împarte în două baterii identice, fiecare avînd aproximativ puterea:

$$Q_b \approx 580/2 = 290 \text{ kvar};$$

$$Q_{b0} = 9,9 \cdot 2,4 \cdot 630 \cdot 10^{-3} = 15 \text{ kvar}; \quad Q_{bt} \approx 290 - 15 = 275 \text{ kvar}.$$

Se alege BACDm 380/0-300-3s -  $1 \times 60 + 2 \times 120$  kvar cu tabelul de funcționare exemplificat mai sus; puterea totală compensată va fi de  $2(15 + 300) = 630$  kvar, iar în bilanțul postului trafo din exemplul 10.1 rîndurile 4 și 5 se modifică astfel:

|   |               |       |      |      |      |      |      |      |
|---|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 4 | Condensatoare |       | -    | -    | 12   | -630 | 2686 | 242  |
| 5 | 2755          | 0,368 | 0,96 | 0,28 | 1014 | 285  | 2686 | 2704 |

de unde rezultă o îmbunătățire a factorului de putere.

Racordurile la tabloul general de distribuție:

- treapta 0 (borne condensator - borne primare întreruptor TGD):

$$I_c = 15 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380) = 22,8 \text{ A} - \text{cablu ACYY } 1 \text{ kV} - 3 \times 4;$$

$$I_f = 1,6 \cdot 22,8 = 36 \text{ A} - \text{Sist } 160/\text{NTO-36 A};$$

$$I_f/3 = 12 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_c = 22,8 \text{ A}.$$

- BACDm (modul MC - barele TGD prin întreruptorul tabloului):

$$I_c = 300 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 380) = 456 \text{ A} - \text{cablu } 2 \times \text{ACYY } 1 \text{ kV} - 3 \times 120;$$

$$I_{pr} = 1,8 \cdot 456 = 820 > 630 \text{ A} - \text{se alege USOL } 630 - I_r = 500 \text{ A};$$

cu declanșator electromagnetic reglat la  $I_{em} = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ A};$

$$I_{em}/4,5 = 222 \text{ A} < I_{ad} = 2 \cdot 250 = 500 \text{ A} > I_c = 456 \text{ A}.$$

Schema electrică a bateriei este arătată în fig. 13.2, d.

Exemplul de calcul 13.2. Bateria de condensatoare necesară compensării energiei reactive consumate de motorul din exemplul 11.1 (v. și fig. 13.2, f),

$$Q_b = 90 \cdot 0,72 = 64,8 \text{ kvar};$$

Se alege 3  $\times$  CS-0,380-15-3 - 60 kvar cu care:

$$\text{tg } \varphi_2 = (64,8 - 60)/90 = 0,05 \rightarrow \cos \varphi_2 = 0,998.$$

### 13.3. Montarea și exploatarea instalațiilor

**Montaj.** Condensatoarele se montează pe stelaje cu 1, 2, 3 nivele, în mediu cu temperatura de  $-25 \dots +35^{\circ}\text{C}$  și maxim 80% umiditate relativă, fără praf, vapori și gaze nocive:

- În interior, în încăperi EE (separate, boxe trafo, camere conexiuni și distribuție cu ventilație corespunzătoare) sau în încăperi de producție, pe stelaje protejate contra atingerilor directe sau contra mediului, cât mai aproape de locul de conectare;

- În exterior, în dulapuri protejate la intemperii, cu ventilație asigurată;

- Sub condensatoarele cu ulei se practică colector de ulei.

Tablourile bateriei se amplasează lângă instalația de conexiuni sau (distribuție la care se conectează sau lângă stelajele cu condensatoare, funcție de posibilitățile de amplasare, supraveghere și manevră. La *BACDm*, lângă stelaj, modulele *MC* se montează totdeauna în dreapta și la același nivel cu treapta (*MC1*) sau cele două trepte (*MC2*) comandate.

Distanțele de montaj sînt aceleași ca la tablourile de distribuție — v. fig. 13.2, *a—d*).

**Exploatarea instalațiilor.** Electricianul de serviciu:

- Va urmări zilnic temperatura încăperii, starea condensatoarelor, tensiunea la borne, factorul de putere realizat;

- Va verifica lunar siguranțele fuzibile și dispozitivele de descărcare;

- Va curăța trimestrial de praf, scame etc. cuvele condensatoarelor;

- Va deconecta imediat instalația la apariția zgometelor și scînteilor la condensatoare;

- Va opri eventuale scurgeri de ulei prin lipire cu aliaj Lp60 sau prin schimbarea garniturilor de etanșarea izolatoarelor.

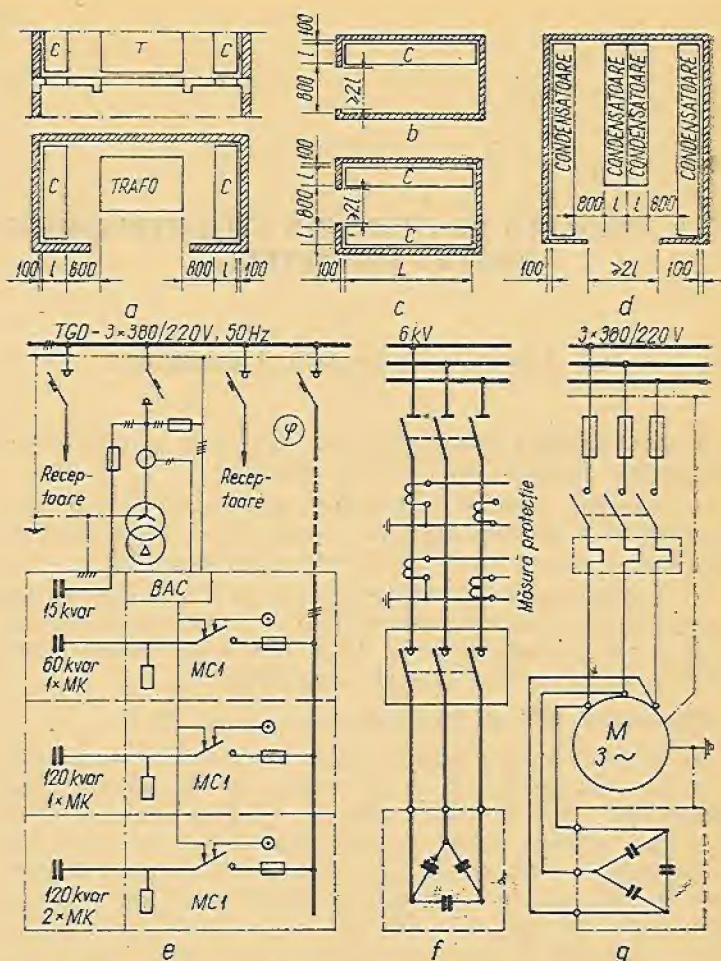


Fig. 13.2. Exemple de amplasare a condensatoarelor:

a — în boxe trafo; b — în încăpere separată, pe un rând; c — idem, pe două rânduri; d — idem, pe trei rânduri; e — centralizat pe JT; e — idem, pe MT; f — la bornele receptorului.



## 14. INSTALAȚII DE PROTECȚIE A CONSTRUCȚIILOR CONTRA TRĂSNETULUI

### 14.1. Criterii de prevedere și amplasare

Protecția contra trăsnetului a construcțiilor și instalațiilor tehnologice montate în exterior poate fi:

— Normală (pentru categoriile C, D, E pericol de incendiu) sau întărită (pentru categoriile A, B pericol de incendiu) — contra efectelor directe ale trăsnetului;

— Suplimentară (la construcțiile A și B și la instalațiile exterioare de fluide combustibile) — contra efectelor secundare ale trăsnetului și (la LEA care intră direct în clădiri) — contra supratensiunilor atmosferice.

Prevederea IPT este obligatorie (v. și fig. 14.1):

- Oriunde în țară pentru: clădiri și instalații tehnologice exterioare de categoriile A, B pericol de incendiu; clădiri aglomerate (săli, hoteluri, biserici, cămine etc. cu peste 400 locuri, școli cu peste 10 săli, spitale și similare cu peste 75 de paturi, restaurante și magazine de peste 1 000 m<sup>2</sup>, stații de călători de categoriile I, II de peste 300 persoane aglomerație maximă sau III, IV de pe liniile principale); clădiri cu valori importante culturale sau tehnico-economice (muzee, expoziții, monumente istorice, arhive, centrale electrice și de telecomunicații etc.); clădiri de locuit cu peste P + 11 niveluri, hoteluri și cămine mai înalte de 28 m; grajduri cu animale mari (peste 200 capete) sau mari și de rasă (indiferent de capacitate); clădiri mai înalte de 10 m și de două ori decât cele din jur;

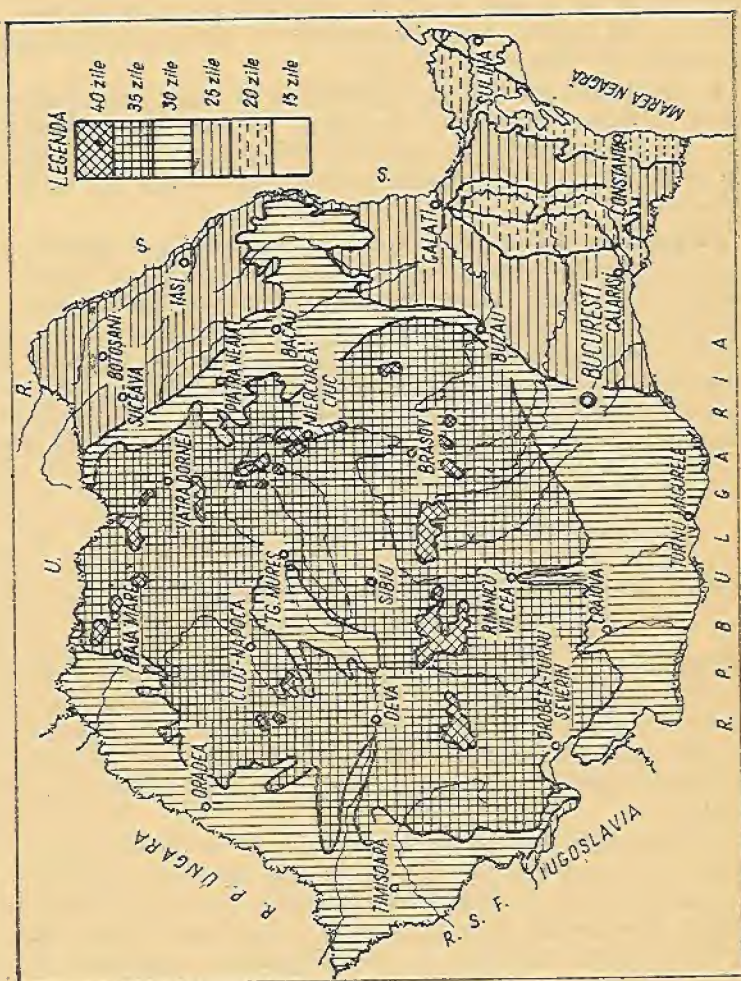


Fig. 14.1.1. Harta keraunică a României.



- Unde  $K \geq 30$  pentru: clădiri și instalații tehnologice exterioare de categoria C, cele de categoriile D, E izolate (nimic în jur pe o rază de 25 m); grajduri cu animale mari de 100 ... 200 capete; depozite deschise de bază cu materiale cu pericol de incendiu (P3-5);

- Mențiuni: spațiul cu destinația cea mai periculoasă dintr-o clădire, indiferent de nivel, impune prevederea IPT; dacă construcția de protejat este de categoria C, D, E și intră în zona de protecție a unei IPT vecine nu va fi prevăzută cu IPT.

**Amplasarea IPT** se poate face: pe construcție — normal; în interiorul construcției — excepțional, cu justificare (imposibilitate de montaj, aspect necorespunzător) și numai conductoarele de coborîre din clădirile de categoriile D, E — I, II, III; independent de construcție — numai pentru categoriile A, B justificat tehnico-economic, imposibil de executat altfel sau la obiectele speciale cu pericol mare de explozie (rezervoare de gaze și similare, construcții pirotehnice etc.)

## 14.2. Compunerea și execuția instalațiilor

### 14.2.1. *Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului, montate pe construcție*

**Conductoarele de captare.** Se folosesc cu precădere elementele metalice ale construcțiilor și instalațiilor tehnologice exterioare dacă au asigurate dimensiunile minime ( $s \geq 100 \text{ mm}^2$ ,  $g \geq 0,5 \text{ mm}$  — tablă) și continuitatea electrică (după caz, îmbinări prin sudare, lipire, nituire, fâlțuire etc.) și anume:

- Construcțiile și instalațiile tehnologice exterioare supratereane cu structură complet metalică; precizări pentru:
  - rezervoarele de lichide combustibile cu corp și capac metalic; supratereane și semiîngropate, dacă au: supape de respirație pentru presiuni și vid, dispozitive opritoare de flacără, grosimea tablei peste 5 mm, îmbinări sudate sau nituite, capacul legat electric la corpul rezervorului iar când este flotant și la pământ, toate conductele rezervorului legate electric la acesta;



— conductele metalice pentru fluide combustibile, cu grosimea minimă de 5 mm, montate mai sus de 4 m de sol (vor fi legate însă la prize de pământ proprii separate de maximum 20  $\Omega$  la intervale de 20 ... 25 m lungime conductă); mai jos de 4 m se iau numai măsuri de protecție contra efectelor secundare ale trăsnetului prin legarea la prize de pământ de maximum 20  $\Omega$  la intervale de 200 ... 300 m lungime de conductă;

— coșurile și turnurile de răcire metalice împreună cu cablurile de ancorare care se vor lega la elemente metalice din pământ (șine sau bare de ancorare etc.) fără a necesita altă priză;

• Clădirile C, D, E — I, II, III cu acoperiș din tablă sau din material izolant prins pe schelet metalic cu piese metalice la distanțe fixe;

• Elementele metalice ale acoperișului (coame, cornișe, jgheaburi, balustrada de protecție superioară a turnurilor de răcire etc.) și alte elemente metalice ce ies din planul acoperișului (coșuri de fum și de ventilație, lucarne, firme, tijele port-drapel, crucile turelor bisericilor, etc.); când ies cu peste 0,5 m din planul acoperișului se prevăd dacă e cazul cu o tijă OL  $\varnothing$  16 mm înaltă cât asigură zona de protecție a elementului respectiv (§ 14.3).

Când nu este posibil se adoptă conductoare anume destinate:

• Materiale: OL-Zn (bandă —  $s \geq 50$  mm<sup>2</sup>,  $g \geq 2,5$  mm sau rotund —  $\varnothing \geq 8$  mm) sau OL grunduit și vopsit anticorrosiv în 2 straturi (bandă  $s \geq 100$  mm<sup>2</sup>,  $g \geq 4$  mm sau rotund —  $\varnothing \geq 12$  mm);

• Montaj aparent (v. fig. 14.2):

— în sistem rețea (la acoperișurile plate sau cu coama la  $h \leq 1$  m de streșină) cu ochiuri de maximum 20  $\times$  20 m — normal sau 10  $\times$  10 m — întărit;

— în sistem de coamă (la acoperișurile în pante, cu ședuri) cu conductă pe coamă și, pentru  $\alpha \leq 30^\circ$ , și pe marginea acoperișului;

— tijă (la acoperișurile în piramidă sau cu coamă scurtă, la turnuri, coșuri și similare);

— combinat (la acoperișurile complexe — elementele ne-metalice care ies din planul acoperișului vor fi prevăzute

cu ramă metalică sau și tijă funcție de înălțime; coșurile vor fi încălzește cu o centură de OL minimum  $70 \times 8$  mm pe care se fixează tije din OL-Zn  $\varnothing 20$  mm — 1 m la intervale de 2,5 ... 5 m, conform fig. 14.2, c).

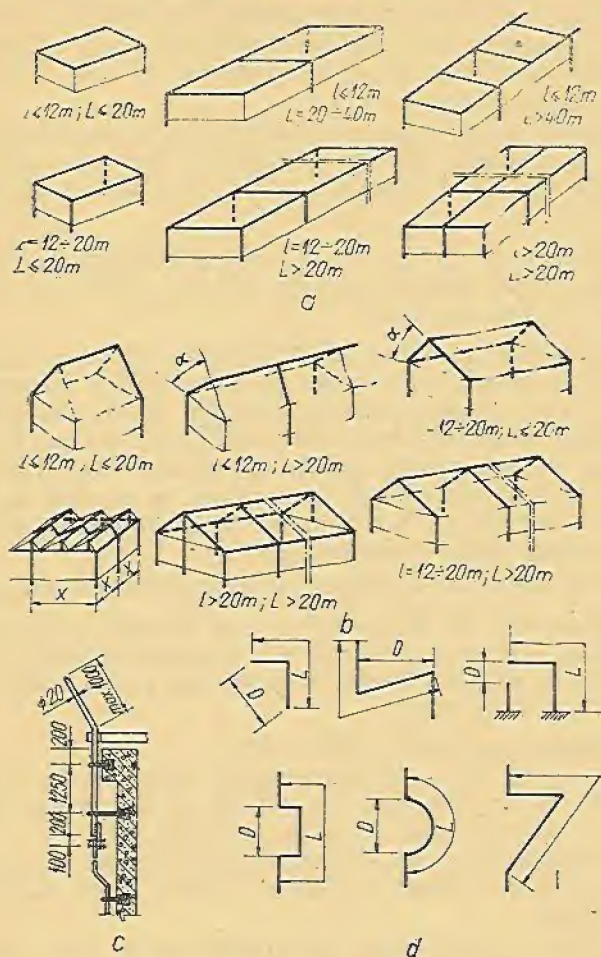


Fig. 14.2. Systeme de IPT:

a — rețea; b — coamă; c — tijă; d — bucle de pozare (la a și b, pentru IPT întărită distanțele rețelei se înjumătățesc).



**Conductoarele de coborîre.** Se folosesc cu prioritate elementele metalice ale construcţiilor şi ale instalaţiilor tehnologice exterioare care îndeplinesc condiţiile de secţiune şi continuitate electrică (v. conductoare de captare) şi anume:

- Scheletul, pereţii şi armăturile din metal (pot înlocui 100% numărul necesar de coborîri) inclusiv scheletul metalic (dacă este) al clădirilor de gradul IV şi V rezistenţă la foc (se leagă cu conductorul de captare de pe acoperiş prin conducte protejate şi izolate la trecerea prin materialul combustibil);

- Elementele metalice verticale (conducte de apă şi încălzire, scări de incendiu, glijere ascensoare, burlane de scurgere, scările exterioare — nu interioare — respectiv mîinile curente metalice ale coşurilor independente şi turnurilor de răcire etc.; excluse conductele de gaze naturale şi fluide combustibile) pentru categoriile D, E pericol de incendiu şi gradul I, II, III rezistenţă la foc (pot înlocui 50% din numărul de coborîri necesar); dacă nu prezintă continuitate electrică sigură vor fi folosite ca conductoare auxiliare legate la conductoarele principale de coborîre.

Cînd nu este posibil, se adoptă conductoare anume destinate:

- Materiale: v. conductoarele de captare; la coşuri, pe porţiunea expusă fumului sau gazelor evacuate, dar minimum 3 m în jos de gura coşului se alege OL-Zn  $\varnothing$  16 mm sau 40  $\times$  4 mm, restul coborîrii fiind de  $\varnothing$  10 mm sau 30  $\times$  3 mm (pentru OL nezincat dimensiunile se măresc cu o treaptă);

- Numărul şi dispunerea coborîrilor principale sînt funcţie de dimensiunile clădirii şi forma acoperişului (v. fig. 14.2, a, b) astfel ca:

- Pentru IPT normale (întărite) vor fi minim 2 coborîri dispuse pe diagonală sau în Z pentru clădiri cu  $l \leq 12$  (6) m sau 4 pentru clădiri cu  $l > 12$  (6) m, iar distanţa dintre două coborîri nu va depăşi 20 (10) m;

- la coşuri cu  $h \leq 40 / > 40$  m  $\rightarrow$  1/2 coborîri principale (lîngă scară şi pe diametru); cînd coşurile sînt pe construcţii, una din coborîri trebuie legată direct la pămînt, cealaltă la IPT construcţiei;

- la turnuri de răcire şi castele de apă cu perimetrul sub 20 m, 2 coborîri; pentru fiecare 20 m în plus, cîte o coborîre;



• Montaj: obișnuit pe exterior, excepțional (dificultate deosebită de execuție, aspect pretențios etc.) în interior, dar numai la clădirile D, E — I, II, III; detalii:

— În exterior, normal pozare aparentă pe drumul cel mai scurt spre pământ (dar nu prin luminatoare, balcoane, logii etc.); pe fațade este admisă montarea îngropată a maximum 50% din coborîri la construcțiile din lemn, cărămidă și beton nearmat, cu protecție față de materialele combustibile (v. jos) și îmbinare sudată;

— În interior, îngropat (preferabil) sau aparent, ferit de contact sau apropiere de materiale combustibile (pentru evitare se protejează cu material incombustibil și electroizolant).

**Priza de pământ** obișnuit va fi comună cu priza de pământ pentru protecția contra electrocutării (v. § 15.2.2); cînd nu-i posibil se prevede priză de pământ proprie cu precădere naturală, excepțional artificială (construcțiile și instalațiile îngropate la minimum 0,5 m sub nivelul solului n-au nevoie de priză specială).

Rezistența de dispersie a prizei de pământ:

| Felul și destinația prizei de pământ   |             | Categoria de pericol de incendiu al construcției | $R_p$<br>$\Omega$ |
|--|-------------|--|-------------------|
| Proprie<br>IPT:  | naturală    | A, B/C, D, E                                     | 2,5/5             |
|  | artificială | A, B/C, D, E                                     | 5/10              |
| Comună, normal/excepțional ( $\rho_{sol} > 200\Omega$ și protecția principală este prin legare la nul) |             |  | 1/4               |
| Separată pentru fiecare coborîre (motiv economic)  |             |  | 30                |

Prizele de pământ artificiale se instalează față de fundația construcției protejate la 1,5 ... 5 m cu electrozii uniform distribuiți în jurul construcției și protejați prin înglobare în beton.

Prizele de pământ proprii IPT se leagă la rețeaua generală de legare la pământ a incintei numai dacă sînt la mai puțin de 20 m. La priza comună se leagă toate prizele de utilizare comună aflate la mai puțin de 20 m și toate elementele metalice neincluse în priză aflate la mai puțin de 2 m.

Legarea la priza de pământ comună a conductoarelor de coborîre se face separat de alte instalații de protecție;

excepție, clădirile cu pereți metalici sau schelet metalic sau din beton armat. Numărul legăturilor este egal cu al coborîrilor; pentru rezervoarele metalice neîngropate, Ø rezervor, m/nr. legături:  $\leq 2/1$ ,  $2 \div 19/2$ ,  $10 \div 20/3$ ,  $> 20/4$ . iar pentru pereți metalici din 20(10) în 20(10) m (v. conductoare de coborîre).

#### 14.2.2. *Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului montate independent de construcție*

**Conductoarele de captare** sînt construite din tije din OL-Zn sau OL grunduit și vopsit anticorrosiv Ø 20 mm și  $l \geq 1$  m, montate pe catarge (stâlpi din beton, beton armat, metal). Numărul, înălțimea și dispunerea catargelor se stabilesc prin calcul funcție de zona de protecție de asigurat (v. § 14.3) și ținînd seama că: înălțimea unui catarg nu poate fi mai mică decît jumătate din distanța față de catargul vecin; distanța dintre vârful tijeii și marginea construcției protejate va fi de cel puțin 5 m, iar la gazo-metre și alte recipiente similare minim 3 m de vârful țevii de aerisire, pe stâlpi amplasați la minimum 5 m de țevile de ieșire a gazelor.

**Conductoarele de coborîre** sînt construite din armătura sau corpul metalic al stîlpului, cu respectarea condițiilor de secțiune și continuitate (v. § 14.2.1) sau din conductoare anume destinate.

**Priza de pămînt**, dacă este posibil, se instalează la minimum 5 m de alte prize asigurîndu-se  $R_p \leq 5(10) \Omega$  — naturală (artificială); cînd nu-i posibilă separarea se utilizează prize comune cu  $R_p \leq 2,5(5) \Omega$  — naturale (artificiale).

#### 14.2.3. *Instalații de protecție contra efectelor secundare ale trăsnetului*

Măsuri de bază:

- Pentru egalizarea potențialelor produse de descărcarea trăsnetului la construcțiile de categoria A, B se prevăd conducte orizontale în contur închis la distanțe de 10 ... 15 m



pe verticală, legate la toate coborîrile și elementele metalice vecine montate pe exteriorul clădirii;

- Exceptînd conductele de fluide combustibile, restul conductelor metalice care intră și ies din clădire se leagă la pămînt atît la intrări cît și la ieșiri;

- Toate elementele metalice care nu respectă distanțele date de relația (14.1) vor fi legate la IPT (v. și § 14.2.4);

- Dacă nu este posibilă evitarea intrării LEA în clădiri de categoria A, B, la 25, 50, 100 m de clădire se montează pe linie DRV, sau pe 500 m de clădire linia se ecranează, sau pe ultimii 50 m LEA se înlocuiește prin LES cu armătura egată la pămînt, iar de la stîlpul la care se leagă cablul, la 25, 50, 100 m se montează pe DRVLEA; cînd LEA intră într-o clădire de categoria C, D, E se iau măsurile de protecție contra supratensiunilor prevăzute în PE 109/81 (v. § 1.1.1).

Măsuri speciale: dacă este cazul, conform normativelor de specialitate departamentale în vigoare (v. § 1.1.1).

#### 14.2.4. Protecția contra descărcărilor laterale

Pentru prevenirea descărcărilor laterale distanțele minime:

- Între două puncte apropiate ale unei conducte IPT sau între o conductă IPT și un element metalic de construcție sau instalație,

$$D = L_B/10, \text{ respectiv } D = 0,3R_p + L_C/10n, \quad (14.1)$$

unde:  $L_B$ ,  $L_C$  — lungimea buclei, respectiv a conductei de coborîre din locul de apropiere pînă la pămînt, în m;  $R_p$  — rezistența de dispersie a prizei de pămînt, în  $\Omega$ ;  $n$  — numărul conductoarelor de coborîre;

- Între conductele IPT și elementele de construcție combustibile: 60 cm de coama acoperișului, 40 cm de acoperiș, 20 cm de pereți; față de elemente incombustibile, nu se normează;

- Cînd aceste distanțe nu pot fi respectate:

— Pentru primul caz: toate elementele metalice vor fi legate direct sau prin descărcătoare, pe drumul cel mai



scurt, la IPT; excepții: a) descărcătoarele nu-s permise în încăperi de categoria A, B; b) nu se referă la instalațiile electrice din clădiri cu structură complet metalică folosită ca IPT sau înglobată în structura de beton armat de mare suprafață dacă priza de pământ este comună și nici la conductele de protecție ale PATD (v. § 15.1.1.);

— Pentru al doilea caz, se vor monta materiale incom-bustibile și electroizolante în locurile de apropiere.

#### 14.2.5. *Detalii suplimentare de execuție*

Legăturile, îmbinările conductoarelor IPT vor fi cât mai puține și de regulă prin sudură (obligatoriu cele ascunse) sau prin șuruburi, asigurându-se un contact perfect.

Protecția contra deteriorărilor mecanice: conductele la  $h = 0,3 \dots 1,5$  m de sol se protejează prin profile de tablă sau oțel (nu prin țevi); conductele de captare se fixează bine pentru a nu fi deteriorate de alunecarea zăpezii.

Protecția contra coroziunii: pe lângă zincare, partea supraterană a IPT aparentă va fi grunduită cu miniu de plumb și vopsită rezistent la intemperii; conductoarele aparente din oțel nezincat vor fi grunduite și vopsite anti-corosiv în două straturi.

Conductele se fixează pe reazeme distanțate la circa 1,5 m și înalte ca să asigure distanțele de protecție (v. sus); la clădirile de gradul IV, V rezistente la foc reazemele vor fi din lemn de esență tare, impregnat și ignifugat, din beton sau pe izolatoare de JT; în celelalte cazuri, obișnuit sînt metalice.

#### 14.3. *Calculul zonei de protecție contra trăsnetului*

**Zona de protecție a conductoarelor de captare orizontale** (cazul sistemelor rețea și de coamă și al LEA):

- Pentru un captător — v. fig. 14.3, *a* unde

$$r_x = (h - h_x)k / (1 + h_x/h), \quad (14.2)$$

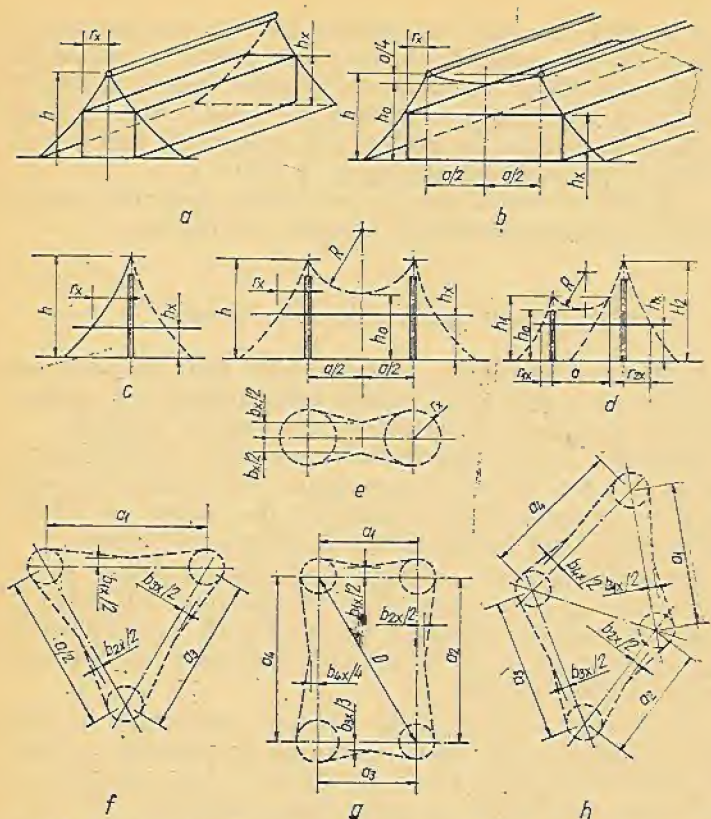


Fig. 14.3. Zonele de protecție ale conductelor de captare (se citesc cu § 14.3).

coeficientul  $k$  fiind egal cu 1,2 pentru construcții și 0,8 pentru LEA;

- Pentru două captatoare paralele — v. fig. 14.3, b unde  
 $r_x$  — v. (14.2);  $h_0 = h - a/4$ ;  $h_x = h_0$ . (14.3)

**Zona de protecție a tijelor de captare:**

- Pentru un captator — v. fig. 14.3, c unde  
 $r_x = 1,6Ph(h - h_x)/(h + h_x)$  (14.4)

în care  $P$  este egal cu 1 pentru  $h \leq 30$  m și cu 5,5 pentru  $h > 30$  m;

• Pentru două captatoare de înălțime egală — v. fig. 14.3,  $d$  — unde:

$$\begin{aligned} h_0 &= h - a/(7P); \quad R = a\sqrt{1 + 12,25P^2}/2; \\ r_x &= 1,6Ph(h - h_x)/(h + h_x); \\ b_x &= 3,2Ph_0(h_0 - h_x)/(h_0 + h_x); \end{aligned} \quad (14.5)$$

• Pentru două captatoare de înălțimi diferite — v. fig. 14.3,  $e$  unde:

$$\begin{aligned} r_{1x} &= 1,6Ph_1(h_1 - h_x)/(h_1 + h_x); \\ r_{2x} &= 1,6Ph_2(h_2 - h_x)/(h_2 + h_x); \end{aligned} \quad (14.6)$$

• Pentru trei captatoare — v. fig. 14.3,  $f$  și captatoare dispuse în virfurile unui dreptunghi — v. fig. 14.3,  $g$  unde

$$h_0 = h - D/(8P); \quad (14.7)$$

• Pentru patru sau mai multe captatoare amplasate neregulat — v. fig. 14.3,  $h$  unde se împarte zona în triunghiuri, aplicându-se pentru fiecare în parte relația (14.7).

Exemplul de calcul 14.1. Să se verifice dacă o cabină de vopsire de categoria A, lată de 6 m și înaltă de 4 m, lipită de o hală înaltă de 12 m cu IPT are nevoie de IPT proprie.

Da, fiind de categoria A. Dacă ar fi de categoria C, D sau E:

$$r_x = (12 - 4)1,2/(1 + 4/12) = 7,3 \text{ m} > 6 \text{ m}$$

ar avea nevoie de IPT proprie.

Exemplul de calcul 14.2. Să se dimensioneze IPT pentru un gazometru cu diametrul exterior de 8 m și înălțimea de 12 m.

$$r_{x\text{nec.}} = 5 + 8 = 13 \text{ m};$$

din relația (14.4), substituind și calculând se deduce:

$$1,6h^2 - 32,2h - 156 = 0;$$

$$h = (16,1 \pm \sqrt{16,1^2 + 1,6 \cdot 156})/1,6 = 23,98 \text{ m}.$$

Rezultă că un catarg înalt de 25 m deasupra solului (inclusiv tija) și amplasat la 5 m de rezervor satisface protecția contra trăsnetelor.



#### 14.4. Verificarea instalațiilor

La proiectare și execuție se verifică: alegerea sistemului și materialelor, dimensionarea, protecția contra coroziunii, asigurarea continuității electrice, protecția contra descărcărilor laterale, modul de fixare pe construcție, rezistența de dispersie a prizei de pământ.

În exploatare: controlul periodic al stării instalației în special în ceea ce privește protecția contra coroziunii, modul de fixare și deteriorările mecanice (în special după ierni grele cu zăpadă multă) și rezistența de dispersie a prizei de pământ; după ce a suportat descărcarea unui trăsnet, controlul și repararea imediată a deteriorărilor constatate.

## 15. PROTECȚIA MUNCII ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

### 15.1. Generalități

#### 15.1.1. Măsurile de protecție a muncii în instalațiile electrice

| Măsura | Utilizare, Mod de realizare |
|--------|-----------------------------|
| 1      | 2                           |

#### *Protecția contra electrocutării prin atingere directă*

(a părților conductoare neizolate aflate normal sub tensiune)

|  |  |
|--|--|
| Izolarea electrică<br>(de lucru)               | Pentru conductoarele din circuitele curenților de lucru, conform STAS 2614-80.   |
| Carcasarea de protecție                        | Pentru echipamente cu părți conductoare neizolate, prin carcase rezistente mecanic și fixate sigur pe suport.                            |
| Îngrădiri de protecție                         | Idem, sau locuri cu echipamente electrice interzise accesului neautorizat, prin plasă, tablă perforată etc. fixate sigur pe suport fixe. |
| Amplasarea la înălțimi inaccesibile accidental | Obișnuit pentru bare neizolate și aparate cu protecție IP00 liber amplasate în afara zonei de manipulare definită prin fig. 15.1.        |
| Amplasarea în încăperi EE (§ 1.3.3)            | Pentru echipamentele electrice neprotejate contra atingerilor de către personal neautorizat.   |
| Blocaje electrice sau mecanice                 | Contra accesului nepermis personalului neautorizat la instalațiile electrice respective.   |

1

2

*Protecția contra electrocutării prin atingere indirectă*

La părților conductoare normal izolate dar posibil să fie accidental sub tensiune)

Legarea la pământ  
(STAS 6119-79,  
STAS 7334-84 și  
mai jos subcapitolul  
15.2)

Mijloc principal de protecție în instalațiile cu tensiuni periculoase (JT, MT, IT) sau suplimentar în instalațiile de JT cu protecție principală prin legarea la nul — prin legarea la pământ a părților conductoare care nu fac parte din circuitele de lucru dar posibil să fie accidental sub tensiune periculoasă.

Legarea la nul  
(STAS 6616-78 și mai  
jos 15.3)

Mijloc principal de protecție în instalațiile de JT legate la pământ — prin legarea la pământ a părților conductoare ca mai sus.

Utilizarea tensiunilor  
reduse (v. fig. 15.2, a, b)

Mijloc principal de protecție în special pentru utilaje portative și corpuri de iluminat — prin alimentarea acestora prin transformatoare sau convertizoare speciale de protecție, acumulatori sau elemente galvanice.

Separarea de protecție (fig. 15.2, c)

Mijloc principal de protecție la utilaje portative când nu-i justificată tehnic utilizarea tensiunii reduse — prin transformatoare de separație cu secundarul izolat față de pământ.

Izolarea suplimentară  
de protecție a utilajelor

Idem — prin: înveliș izolant exterior pe părțile conductibile accesibile, normal izolate; strat intermediar izolant de separație a părților conductoare accesibile normal izolate; părizolare dublă sau întărită, conform STAS 2614-80.

Izolarea amplasamentului  
Izolarea amplasamentului utilajelor

Mijloc principal de protecție la stâlpii LEA de JT sau suplimentar la protecția prin legare la pământ sau la nul — prin acoperirea cu material izolant a pardoselii și părților metalice în contact cu pământul din zona de manipulare.

Egalizarea sau dirijarea distribuției potențialelor

Mijloc suplimentar de protecție de legarea la pământ sau la nul și la stâlpii LEA de JT: *egalizare* — prin legarea la instalația de legare la pământ a elementelor metalice din zonă; *dirijare* — prin dispunerea convenabilă a electrozilor prizei de pământ pentru a micșora  $U_a$  și  $U_p$ .



1

2

Protecția prin deconectarea automată la apariția tensiunilor de atingere periculoase — *PATA* sau a curenților de defect periculoși — *PACD*

De regulă, mijloc suplimentar de protecție la legarea la pământ sau la nul; *PACD* poate fi și mijloc principal de protecție în instalațiile din locuințe când legarea la nul sau la pământ se face numai prin asigurarea condițiilor de funcționarea a acestei protecții. Condiții: declanșarea în maximum 0,2 s; *PATA* (fig. 15.2, d) — priza de pământ auxiliară (max. 10  $\Omega$ ) și conductorul de legarea lui la utilaj vor fi izolate de alte instalații de legare la pământ ca să nu șunteze bobina releului; *PACD* (fig. 15.2, e; f) — trebuie ca  $R_p \leq U_a / 1,25 \cdot I_d$  unde  $I_d$  este curentul de reglaj al releului *PACD*, iar  $U_a$  — v. § 15.1.2.

*Măsură pentru prevenirea accidentelor în exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor electrice*

Utilizarea mijloacelor pentru protecția personalului împotriva electrocutării și efectelor acțiunii arcului electric (PE 119/82 — cap. 2)

Mijloacele de protecție utilizate:

- electroizolante (prăjini, clești, plăci, pălării, folii, degetare, mănuși, cizme, covoare și platforme electroizolante; indicatoare de corespondența fazelor; scule cu mînere electroizolante);
- scurtcircuitoare și dispozitive de atenuarea tensiunilor induse;
- pentru delimitarea zonelor de lucru (bariere rigide și extensibile, frîghii și benzi, panouri și paravane mobile, indicatoare securitate);
- contra efectelor acțiunii arcului electric și traumatismelor mecanice, (ochelari și cască de protecție, centuri de siguranță).
- Întreruperea tensiunii și separarea vizibilă a instalației;
- blocarea în poziția *deschis* a aparatelor de comutație prin care s-a făcut separarea;
- verificarea lipsei tensiunii;
- legarea instalației la pământ și în scurtcircuit;
- delimitarea materială a zonei de lucru;
- asigurarea zonei de lucru împotriva accidentelor neelectrice.

Măsură tehnică de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații scoase de sub tensiune (PE 110/82 — cap. 3)

| 1  | 2   |
|--|---|
| <p>Măsuri organizatorice de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații în exploatare (PE 119/82 – cap. 4).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Îndeplinirea formelor de lucru;</li> <li>– admiterea la lucru;</li> <li>– controlul și supravegherea activității formației de lucru;</li> <li>– mutarea în altă zonă de lucru;</li> <li>– întreruperea și terminarea lucrărilor;</li> <li>– executarea lucrărilor în cazuri extreme fără autorizație de lucru.</li> </ul>  |
| <p>Măsuri de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații sub tensiune (id. 5)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lucrări în apropierea instalațiilor electrice sub tensiune;</li> <li>– lucrări la instalații la care s-a întrerupt tensiunea dar nelegate la pământ;</li> <li>– lucrări executate direct asupra părților aflate sub tensiune.</li> </ul>   |
| <p>Instruirea personalului pentru protecția muncii în instalațiile electrice, conform NPM 119/82 (în paranteză s-au trecut capitolele unde sînt tratate) pentru:</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Servirea operativă a instalațiilor electrice;</li> <li>– executarea lucrărilor: în cazul deranjamentelor, incidentelor și avariilor (7), la mașini și aparate electrice (9; 29), la gospodăriile de cărbuni (8, 15, 18), la instalațiile de acumulate (10), la stațiile de conexiuni și transformatoare (12; 18), la liniile electrice aeriene (14,26), la instalațiile de iluminat exterior (16), la circuitele secundare (17), cu aparate portative (19), la instalații Tc aferente rețelelor electrice (20), de către personal delegat (22), de întreținere a instalațiilor electrice (23), de încărcare, descărcare, transport, manipulare și depozitare materiale (24), de săpături.</li> </ul> |

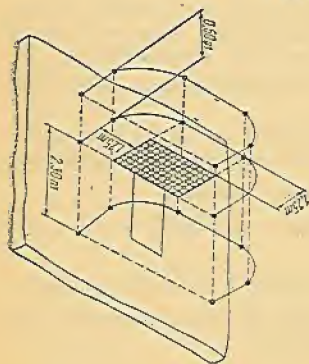


Fig. 15.1. Zone de manipulare.

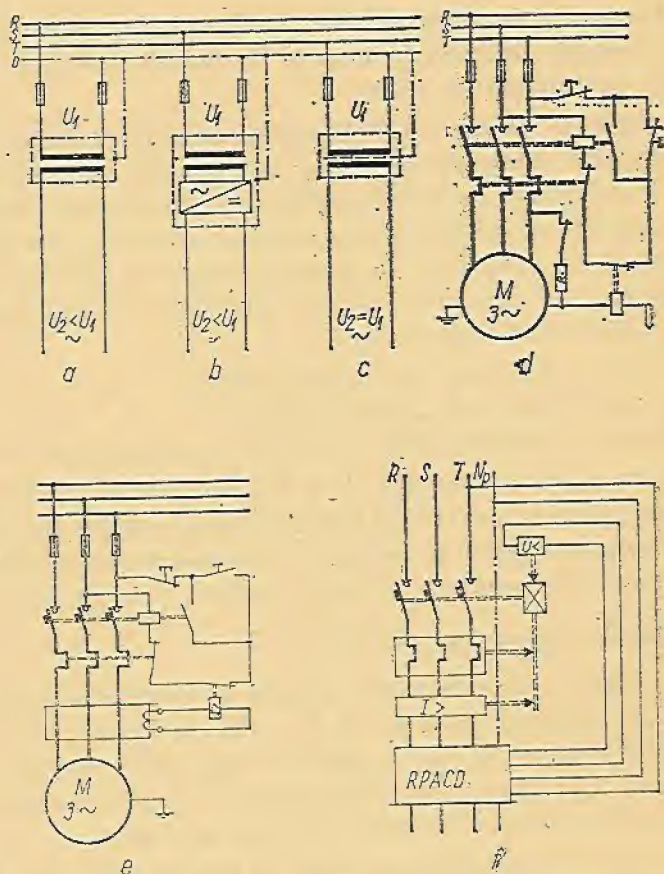


Fig. 15.2. Protecția contra atingerilor indirecte:

a — prin transformator de tensiune redusă; b — idem, cu redresarea tensiunii în curent continuu; c — prin transformator de separație; d — PATA; e — PACD; f — idem, prin releu RPACD (v. § 3.5.1) montat la AMRO cu DTm.



### 15.1.2. Limite de tensiune și de curent

**Tensiunile de lucru maxime admise.** Pentru unelte electrice portabile utilizate în locurile de muncă periculoase și foarte periculoase (§ 1.3.5):

— 380 V (în mine 127 V), dacă mijlocul principal de protecție îl constituie separarea sau izolarea de protecție (v. § 15.1.1) sau dacă concomitent: 1) rețeaua este izolată de pământ\* are protecție prin legare la pământ și protecție automată cu  $t_a \leq 0,2$  s la punerea simplă la pământ sau 2) protecția se face prin mijloace individuale electroizolante sau unelte cu izolație întărită;

— 42 V, dacă sînt cu izolație întărită;

— 24 V, fără alte condiții speciale.

Pentru utilajele mobile de sudare cu arc electric:

— transformatoare: 500 V la bornele primare, 75 V la cele secundare la mers în gol (la întreruperea arcului electric, un dispozitiv trebuie să comande fie deconectarea transformatorului, fie reducerea tensiunii secundare la 24 V);

*Pentru corpurile de iluminat:*

— 220 V — fără restricții speciale în locurile puțin periculoase și numai montate fix în celelalte locuri unde, în zona de manipulare vor fi legate la nul sau la pământ și, dacă sînt cu lămpi cu incandescență sau cu vaporii sub presiune, vor fi asigurate și contra accesului nepermis;

— 127 V în locurile periculoase și foarte periculoase, în montaj fix sau mobil, cu lămpi cu incandescență; în zona

---

\*) În rețelele legate la pământ cu protecție principală prin legare la nul se admite utilizarea uneltelor portabile existente la 380 V, dacă se lucrează cu mînuși și cizme electroizolante sau se egalizează potențialele în zona de manipulare (v. § 15.1.1.)

de manipulare vor fi legate la pământ și alimentate de la o rețea izolată față de pământ;

— 24 V în locurile periculoase și foarte periculoase, în montaj fix, mobile sau portabile, cu lămpi cu incandescență; în zonele de manipulare din locurile foarte periculoase vor fi cu protecție minimum IP44.

Tensiunile de atingere  $U_a$  și de pas  $U_p$  maxime admise sînt:

| Instalații cu $U_n \leq 1$ kV | Mediul de lucru / $t_p, s$          |                        | Puțin periculos  |                | Periculos și f. periculos |                |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|----------------|---------------------------|----------------|
|                               |                                     |                        | $\leq 3$         | $> 3$          | $\leq 3$                  | $> 3$          |
|                               | Loc de utilizare                    |                        |                  |                |                           |                |
|                               | La suprafață cu utilaje (c.a./c.c.) | fixe, mobile portabile | 65/110<br>65/110 | 40/65<br>40/65 | 65/110<br>24/24           | 40/65<br>24/24 |
|                               | În subteran — toate utilajele       |                        | —                | —              | 24/24                     | 24/24          |

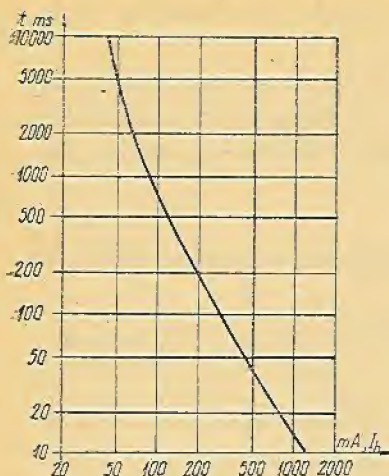
  

| Instalații $U_n \geq 1$ kV | Zonă de amplasare cu circulație:  | Timp deconectare protecție de bază $t_p, s$ |     |     |     |     |     |              |       |
|----------------------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-------|
|                            |   | $\leq 0,2$                                  | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | $0,8 \div 3$ | $> 3$ |
|                            | <i>Cu o singură protecție la punerea la pământ</i>                              |   |     |     |     |     |     |              |       |
|                            | Frecvență   | 125   | 100 | 85  | 80  | 75  | 70  | 65           | 40    |
|                            | Redusă*   | 250   | 200 | 165 | 150 | 140 | 130 | 125          | 125   |
|                            | Redusă cu protecție <sup>1)</sup>   | 500   | 400 | 330 | 300 | 280 | 260 | 250          | 250   |
|                            | <i>Cu minimum două protecții la punerea la pământ pe întreruptoare diferite</i> |   |     |     |     |     |     |              |       |
|                            | Frecvență   | 250   | 200 | 165 | 150 | 140 | 130 | 125          | 125   |
|                            | Redusă*   | 500   | 400 | 330 | 300 | 280 | 200 | 250          | 250   |

| Stâlpi LEA | Zonă de amplasare                               | Tip rețea                   | $U_n, V$  |
|------------|---|-----------------------------|-----------|
|            | Localități cu circulație frecventă              | Joasă tensiune              | 65        |
|            |   | IT — izolate sau compensate | 125       |
|            |   | IT — legate la pământ       | 250/500   |
|            | În incinte                                      | IT — legate la pământ       | 125/250   |
|            | Localități cu circulație redusă și în afara lor | Stâlpi cu aparataj          | Valorile* |
|            |   | Stâlpi fără aparataj        | Nenormat  |

Notă.<sup>1)</sup> Se lucrează cu mijloace individuale de protecție electroizolante.



Curentul maxim admis prin om fără pericol, pentru cel mult 3 secunde — conform fig. 15.3 — pentru 3 secunde:

| Protecție<br>contra atin-<br>gerii: | $R_b, \Omega$ | $I_n, A$ |      |
|-------------------------------------|---------------|----------|------|
|                                     |               | c.a.     | c.c. |
| directe                             | 1000          | 10       | 50   |
| indirecte                           | 3000          | 10       | 50   |
| —                                   | 0             | 30       | 50   |

Fig. 15.3. Curentul maxim nepericulos prin om pentru 3 s.

## 15.2. Instalații de legare la pământ pentru protecția contra electrocutării

### 15.2.1. Compunere. Materiale. Execuție

**Compunere** (fig. 15.4): *priza de pământ*, din electrozi legați între ei prin conductoare; *conductoarele principale* de legare la pământ, legate prin cel puțin două conductoare, la extremități, la priza de pământ; *conductoarele de ramificație* de la conductorul principal la echipamentele protejate.

**Materiale.** În primul rând se utilizează elementele naturale metalice ale construcțiilor și instalațiilor (exceptând conductele de fluide combustibile), dacă au asigurate: continuitatea electrică chiar în caz de deteriorare a unei porțiuni de element, secțiunea totală minimă de 100 mm<sup>2</sup> (50 mm<sup>2</sup> pentru stâlpii LEA) și piese de racord ușor accesibile la maxim 20 m una de alta și de minim 40 × 150 × 3 mm. Se utilizează:

— pentru electrozi: stâlpi metalici și armăturile din betonul fundațiilor și pilonilor, conductele metalice pentru fluide necombustibile, învelișul metalic neizolat spre exterior al cablurilor electrice — toate în contact direct cu pământul;



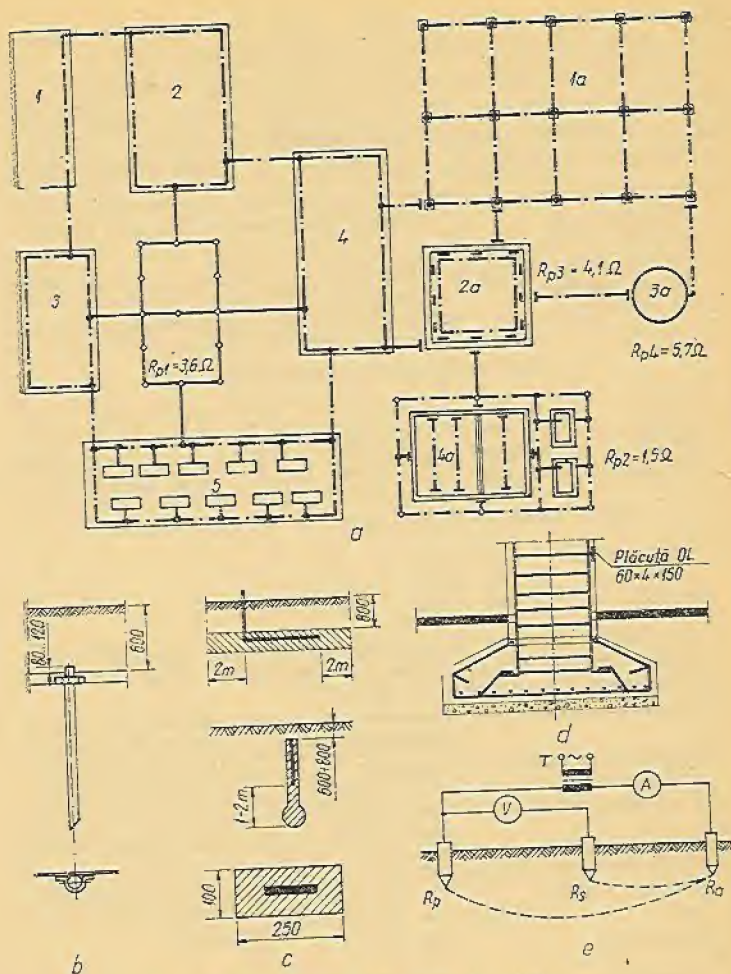


Fig. 15.4. Instalații de legare la pământ:

*a* — planul ILP într-o încălă industrială care se extinde; *b* — montarea electrozilor artificiali verticali; *c* — detalii de montaj în bentonită; *d* — electrod natur din fundația unui stlp de bală industrială; *e* — măsurarea rezistenței de dispersie (v. text § 15.2.4).

— pentru conductoarele de legare la pământ: elementele metalice fixe ale construcțiilor și instalațiilor (armătura betonului, suporturi, șine conductoare și căi de rulare,

conducte de fluide incombustibile, funii de suspensie pentru cabluri, tuburi pentru protecția conductoarelor etc.).

Cînd nu-i posibilă utilizarea elementelor naturale sau pentru completarea lor ca și *totdeauna* pentru instalațiile de legare la pămînt aferente instalațiilor de curent continuu, se utilizează materialele prevăzute în tabelul următor:

Electrozi artificiali

| Materiale (interzise: Al, funie OL, acoperiri și legături izolante) | $s_m$<br>mm <sup>2</sup> | Grosimi sau diametre minime, în mm |        |         |        |              |        |
|---|--------------------------|------------------------------------|--------|---------|--------|--------------|--------|
|   |                          | neprotejate                        |        | zincate |        | în bentonită |        |
|   |                          | pH ≥ 6                             | pH < 6 | pH ≥ 6  | pH < 6 | pH ≥ 6       | pH < 6 |

*Oțel (obligatoriu în situații normale)*

|            |     |       |           |      |      |        |      |
|------------|-----|-------|-----------|------|------|--------|------|
| Teavă      | 150 | 4,5*  | Ne-ad-mis | 3,5  | 4,5  | 3,5**  | 3,5  |
| Profile    | 150 | 6,0*  |           | 4,0  | 6,0  | 4,0**  | 4,0  |
| Plăci      | 150 | 4,0*  |           | 3,0  | 4,0  | 3,0**  | 3,0  |
| Rotund (ø) | 150 | 14,0* |           | 10,0 | 14,0 | 10,0** | 10,0 |

*Cupru (numai în soluri agresive, cînd e mai economic)*

|             |    |     |   |   |   |   |   |
|-------------|----|-----|---|---|---|---|---|
| Bare, bandă | 15 | Ne- | 3 | — | — | — | — |
| Plăci       | 25 | ad- | 3 | — | — | — | — |
| Funie       | 25 | mis | 2 | — | — | — | — |

Precizări: utilizarea OL—Zn este limitată prin dispoziții; grosimea stratului de bentonită este de minim 20 cm; pentru durate sub 10 ani valorile \* devin \*\*.

Precizări: utilizarea OL—Zn este limitată prin dispoziții; grosimea stratului de bentonită este de minim 20 cm; pentru durate sub 10 ani valorile \* devin \*\*.

| Conductoare la legare de pământ: principale la priză, între electrozi   |  |  | Secțiunea minimă, în mm <sup>2</sup> , în montaj: |           |  |   |       |     |      |       |
|---|--|--|---|-----------|--|---|-------|-----|------|-------|
|   |  |  | neprotejat  |           | în tub cu conductoarele active Cu/Al cu s, mm <sup>2</sup> : |   |       |     |      |       |
|   |  |  | apa-rent  | îngro-pat |  |   |       |     |      |       |
|   |  |  |   |           |  |   | 2,5/4 | 4/6 | 6/10 | 10/16 |
| Materiale (obișnuit oțel, justificat tehnico-economic cuprul)   |  |  |   |           |  |   |       |     |      |       |
| Conductor oțel  |  |  | 3 mm  | 100       | —  | Numai conductoare de cupru izolate și marcate verde-galben: |       |     |      |       |
| grosime mini-mă:  |  |  |   |           |  |   |       |     |      | 4 mm  |
| Funie oțel  |  |  | 95  | —         |  |   |       |     |      |       |
| Conductor de cupru:   |  |  | unifilar  | 16        | 25   | 4   | 6     | 10  | 16   |       |
|   |  |  | multifilar  | 16        | 25   | 4   | 6     | 10  | 16   |       |
| Se admit excepțional: conductoarele Al din cablurile cu înveliș exterior și cele din OL—Al și Al montate pe stâlpii LEA și cadrele stațiilor exterioare, secțiune minimă 35 mm <sup>2</sup> ; funiile OL—Al și conductoarele Al de compensare care însoțesc cablurile de IT, secțiune minimă 50 mm <sup>2</sup> . |  |  |   |           |  |   |       |     |      |       |

Se admit excepțional: conductoarele Al din cablurile cu înveliș exterior și cele din OL—Al și Al montate pe stâlpii LEA și cadrele stațiilor exterioare, secțiune minimă 35 mm<sup>2</sup>; funiile OL—Al și conductoarele Al de compensare care însoțesc cablurile de IT, secțiune minimă 50 mm<sup>2</sup>.

| Conductoare de ramificație        | Materiale (obișnuit oțelul, justificat tehnico-economic — cuprul) |  | Secțiune minimă, în mm <sup>2</sup> , pentru protecție: |          |                             |          |               |          |
|-----------------------------------|---|--|---|----------|-----------------------------|----------|---------------|----------|
|                                   |   |  | principală  |          | suplimentară la leg. la nul |          |               |          |
|                                   |   |  |   |          | la tablouri                 |          | la receptoare |          |
|                                   |   |  | aparent   | îngropat | aparent                     | îngropat | aparent       | îngropat |
| Conductor oțel<br>grosime minimă: | 3 mm  |  | 50  | —        | 50                          | —        | 4             | —        |
|                                   | 4 mm  |  | —   | 50       | —                           | 50       | —             | 48       |
| Funie de oțel                     |   |  | 50  | —        | 50                          | —        | —             | —        |
| Conductor de cupru:               | unifilar  |  | 16  | 25       | 16                          | 25       | 4             | 4        |
|                                   | multifilar  |  | 16  | 25       | 16                          | 25       | —             | —        |

Cînd însoțesc conductoarele active în același tub, v. conductoare principale. La protecție suplimentară secțiunea trebuie să fie minim jumătate din cea a conductoarelor active și maximum 25 mm<sup>2</sup> — cupru sau 160 mm<sup>2</sup> — oțel.

**Execuția** (fig. 15.4, b). *Electrozii artificiali* se montează în sol, orizontal sau vertical, după cum rezistența solului este mai mică în straturile de suprafață sau în cele din adîncime. În soluri agresive sau cu rezistivitate mare se recomandă îmbrăcarea electrozilor într-un strat de bentonită gros de minim 10 ori diametrul sau latura secțiunii electrozilor. Pentru prizele instalațiilor de c.c., instalarea în soluri agresive nu este indicată, iar dacă prizele sînt de exploatare (pentru curenți de lucru), se recomandă protecția electrozilor cu mangal bătut în jur.

*Conductoarele de legătură între electrozi* se montează fie îngropat (cînd se consideră și ca electrozi orizontali — cazul normal al prizelor artificiale), fie aparent (în special la prizele artificiale).

*Conductoarele principale* vor trece prin toate încăperile cu echipamente de protejat, pe cît posibil în circuit închis și se vor lega la priză prin conductoare protejate mecanic pe porțiunea aparentă pînă la înălțimea de 1,5 m deasupra solului.



*Conductoarele de ramificație* vor lega fiecare echipament în parte la conductorul principal; cînd acesta e natural, se poate utiliza un conductor de derivație comun în circuit închis, la care se vor lega echipamentele de protejat.

Legăturile între elementele instalației: preferabil prin sudare; se admit prin șuruburi cu piulițe asigurate, după cositorirea suprafețelor de contact.

Suprafețele conductoarelor supraterane se vopsesc în negru; cele îngropate nu se vopsesc (cel mult sînt zincate).

### 15.2.2. *Utilizarea în comun a instalațiilor de legare la pămînt*

Toate instalațiile de legare la pămînt din incinta unei întreprinderi și, mai departe, de pe o platformă industrială, indiferent de scopul lor (protecție împotriva electrocutării, exploatare, protecție împotriva descărcărilor atmosferice sau supratensiunilor de comutare), se leagă între ele, formînd o rețea generală de legare la pămînt cu avantajul obținerii unei rezistențe de dispersie rezultante de valoare mică și a unei echipotențieri a platformei (v. fig. 15.4, a). Valoarea rezistenței de dispersie trebuie să asigure nedepășirea tensiunilor de atingere și de pas admise (v. § 15.1.2).

Instalații de legare la pămînt separate sau parțial comune — parțial separate se prevăd numai cînd nu este posibil tehnic realizarea celor comune sau nu este justificat economic.

Conductoarele de legare la pămînt ale instalațiilor de paratrăznet vor fi separate de cele ale altor categorii de instalații pînă la priza comună, exceptînd cazul clădirilor cu pereți și schelet din metal sau beton armat, care se vor utiliza în comun.

### 15.2.3. *Dimensionarea instalației de legare la pămînt*

Rezistența de calcul a solului se deduce din cea măsurată  $\rho_{mas}$  cu relația

$$\rho = \psi \rho_{mas} \quad [\Omega], \quad (15.1)$$

unde  $\psi$  este un coeficient cu valorile:

| Umiditatea<br>solului | $\psi$ pentru adâncimea de îngropare, în m |             |             |     |
|-----------------------|--|-------------|-------------|-----|
|                       | 0,3 ... 0,5                                | 0,5 ... 0,8 | 0,8 ... 4,0 | >4  |
| mare                  | 6,5  | 3,0         | 1,5         | 1,2 |
| medie                 | 5,0  | 2,0         | 1,3         | 1,1 |
| uscat                 | 3,5  | 1,5         | 1,1         | 1,0 |

Cînd nu se dispune de date din măsurători, pentru calcule informative se recomandă următoarele valori pentru:

| Locul de implantare                | $\rho, \Omega\text{m}$ | Locul de implantare                         | $\rho, \Omega\text{m}$ |
|------------------------------------|------------------------|---|------------------------|
| Soluție de sare cu ape acide       | 0,01                   | Pămînt arabil                               | 50                     |
| Apă de mare                        | 3,00                   | Pămînt argilos, argilă                      | 80                     |
| Apă de pîrîu și rîu                | 20,00                  | Pămînt cu pietriș, loess, pămînt de pădure, |                        |
| Apă de iaz sau izvor               | 40,00                  | argilă cu nisip                             | 200                    |
| Apă subterană                      | 50,00                  | Pămînt nisipos                              | 300                    |
| Apă de munte                       | 700,00                 | Nisip foarte umed                           | 400                    |
| Pămînt, humă, turbă (foarte umede) | 20,00                  | Balast cu pămînt, nisip, nisip cu pietriș   | 1 000                  |
| Cernoziom                          | 50,00                  | Roci bazaltice                              | 10 000                 |
| Humă vînată                        | 10,00                  | Stîncă compactă                             | 100 000                |

**Curenții de calcul.** Pentru calculul  $U_a$  și  $U_{pas}$  (v. § 15.1.2):

— În rețelele cu neutrul izolat sau compensat —  $I_{ps}$  — curentul de punere simplă la pămînt dar nu mai puțin de 10 A și  $t_\infty$  — timpul nelimitat; relații de calcul:

$$I_p = I_{ps} = k_{JT} I_d; \quad I_p = I_{ps} \approx Ul/k_{IT}, \quad (15.2)$$

unde  $k_{JT}$  este un coeficient de siguranță pentru prizele separate ale instalațiilor de JT egal cu 3,5 (5) pentru siguranțe fuzibile cu  $I_n < 63$  ( $> 63$ ) A și cu 1,2 pentru relee maximale;  $k_{IT}$  — coeficient de calcul pentru rețelele de MT și IT cu prize proprii sau comune cu JT, egal cu 10 la LES și cu 350 la LEA;  $I_d$  — curentul de protecție, A;  $l$  — lungimea simplă a rețelei, în km;

— În rețelele legate la pămînt direct sau prin rezistență —  $I_p = I_{pp}$  — curentul prin priză la o punere monofazată la pămînt (§ 9.5.2) și  $t_b$  — timpul protecției de bază.



Pentru verificarea instalației la stabilitate termică:

— În rețelele cu neutrul izolat sau compensat:

•  $I_{ps}$  și  $t_{\infty}$  — v. sus, dacă (oricare): 1) minim 66% din rețea, dar minim 10 km, este din cablu armat sau cu învelișuri metalice; 2) este prevăzută protecție cu declanșare automată la punerea simplă la pământ; 3) sînt în zonă cu circulație redusă (exemplu, incinta stațiilor electrice îngrădite), iar posturile trafo au priză separată pentru JT; 4) se referă numai la stîlpii LEA;

• în alte cazuri (concomitent): 1)  $I_{pdm}$  — curentul maxim de punere dublă la pământ printr-o  $R_p = 4 \Omega$  și  $t_{pm}$  — timpul protecției maxime, 2)  $I_{pdm}$  — curentul minim de punere dublă la pământ deconectat de protecțiile respective și  $t_m$  — timpul pînă la deconectarea prin manevră a punerii duble la pământ, 3)  $I_{ps}$  și  $t_{\infty}$  — v. sus (môdul de calcul al curenților — v. § 9.5.2);

— În rețelele legate la pământ direct sau prin rezistență:  $I_{pp}$  — v. sus, pentru verificarea prizei și  $I_{pm}$  — curentul de scurtcircuit monofazat, pentru verificarea conductoarelor de legare la pământ și  $t_r$  — timpul protecției de rezervă sau al treptei II, dar nu mai puțin de 1 s (calculul curenților — v. § 9.5.2).

**Secțiunea conductoarelor de legare la pământ, în mm<sup>2</sup>, pentru instalațiile de medie și înaltă tensiune se determină cu relația:**

$$s \geq I_p \sqrt{t_f/kj} \geq s_m \text{ din } \S 15.2.1, \quad (15.3)$$

în care:  $I_p$  este curentul de calcul funcție de situație (v. sus), în A;  $t_f = t_{pr} + t_d$  — timpul fictiv de trecere a curentului de defect, în s ( $t_{pr}$  — timpul de calcul pentru cazul respectiv menționat mai sus;  $t_d$  — timpul de deschidere a contactelor întreruptorului de protecție);  $k$  — coeficient egal cu 1 pentru conductoarele principale în contur deschis sau cele de ramificație și cu 2 pentru conductoarele principale în contur închis sau cele de legare la priza de pământ;  $j$  — densitatea de curent admisă în conductoare timp de 1 s:

| Material            | Oțel | Cupru | Aluminiiu | OL—Al |
|---------------------|------|-------|-----------|-------|
| $j, \text{ A/mm}^2$ | 70   | 160   | 100       | 100   |



Pentru JT conductoarele de ramificație vor avea  $s = 50 \dots 150 \text{ mm}^2$  (echivalentul a jumătate din secțiunea conductorului de fază).

**Rezistența de dispersie a prizei de pământ.** Funcție de situația locală se alege natura prizei de pământ (naturală, artificială sau combinată), alcătuirea și dispunerea ei.

Se calculează rezistența de dispersie a electrozilor componenți utilizând convenabil relațiile din tabelele de mai jos:

• Pentru electrozii naturali din partea îngropată în pământ a fundațiilor din beton armat:

| Formă fundației   | Relația de calcul   |
|---|---|
| Paralelipiped, cilindru, trunchi de piramidă de volum $V$   | $r_p = 0,25 \rho / \sqrt[3]{V}$<br>unde $V$ , în $\text{m}^3$ |
| Idem cu 1) $(1,1 \sqrt{S}) \geq 10$ , unde $S$ e suprafața secțiunii orizontale, în $\text{m}^2$  | $r_p = 0,46 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{D}$                  |
| Placă la suprafața solului (con-diții: grosimea/diagonală $< 0,1$ )   | $r_p = 0,555 \rho / \sqrt{S}$<br>unde $S$ , în $\text{m}^2$   |
| Idem, îngropată la $h > 1 \text{ m}$  | $r_p = 0,32 \rho / \sqrt{S}$                                  |
| Fundație continuă sub zid de diametru echivalent $D = 1,1 \sqrt{S}$ , unde $S$ — secțiunea fundației, în $\text{m}^2$ , $l$ — lungimea, m | $r_p = 0,92 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{D}$                  |
| Fundație continuă îngropată la $h > 1 \text{ m}$ cu $D = 1,1 \sqrt{S}$ (v. sus)   | $r_p = 0,46 \frac{\rho}{l} \lg \frac{l^2}{D}$                 |
| Fundație poligonală cu $D = 1,1 \sqrt{S}$ (v. explicațiile de la fundația continuă)   | $r_p = (0,92 \rho / l) [\lg (2l/D) + 0,1055]$                 |
| Fundație poligonală îngropată la $h > 1 \text{ m}$ (v. explicațiile de sus)   | $r_p = (0,46 \rho / l) [\lg (l^2/D) + 0,1055]$                |

• Pentru electrozii artificiali:

| Material                                  | Montaj vertical  | Montaj orizontal   |
|---|--|--|
| Țeavă la nivelul solului                  | $r_{pv} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d} \approx$ $\approx 0,9 \frac{\rho}{l}$                                  | $r_{po} = 0,732 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d}$   |
| Țeavă îngropată în adâncimea solului      | $r_{pv} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + \right.$ $\left. + \frac{1}{2} \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right)$ | $r_{po} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{l^2}{qd} \approx$ $\approx 2 \frac{\rho}{l}$                      |
| Bandă la nivelul solului                  | $r_{pv} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{8l}{b}$   | $r_{po} = 0,732 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{b}$   |
| Bandă îngropată în adâncimea solului      | $r_{pv} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left( \lg \frac{4l}{b} + \right.$ $\left. + \frac{1}{2} \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right)$ | $r_{po} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l^2}{bq}$  |
| Placă la adâncime                         | $r_{pv} = 0,25 \rho/a$   | $r_{po} = 0,444 \rho/\sqrt{S}$   |
| Electrod inelar de secțiune circulară la: | <p>nivelul solului</p> <p>in adâncime</p>  | $r_{po} = 0,732 \frac{\rho}{l} \lg \frac{8l}{\pi d}$ $r_{po} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{\pi qd}$ |

În relațiile din tabele:  $\rho$  — rezistivitatea de calcul a solului, (v. mai sus);  $l$  — lungimea electrodului, m;  $b$  — lățimea, m;  $d$  — diametrul în contact cu pământul, m;  $q$  — distanța dintre fața superioară a electrodului și suprafața solului, m;  $S$  — aria feții plăcii, m<sup>2</sup> (alte semnificații, în tabel);  $a$  — latura plăcii pătrate, m;  $D$  — diametru echivalent, m.

Se calculează rezistența de dispersie echivalentă a prizei:

$$R_p = R_{pv} R_{po} / (R_{pv} + R_{po}), \quad (15.4)$$

în care pentru electrozi diferiți:

$$R_{pv} = 1 \left/ \sum_{i=1}^{i=n} (u_{vi}/r_{pvi}) \right. \text{ și } R_{p0} = 1 \left/ \sum_{i=1}^{i=n_0} (u_{0i}/r_{p0i}), \right.$$

iar pentru electrozi identici:

$$R_{pv} = r_{pv}/u_v n_v \text{ și } R_{p0} = u_0 n_0,$$

$n_v, n_0$  fiind numărul de electrozi verticali, respectiv orizontali, iar  $u_v, u_0$  — coeficienți de utilizare cu valorile din tabelul de mai jos:

| $n$                         | $e = l$        | $e = 2l$ | $e = 3l$ | $e = l$       | $e = 2l$ | $e = 3l$ |
|-----------------------------|----------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
|                             | contur deschis |          |          | contur închis |          |          |
| <i>Electrozi verticali</i>  |                |          |          |               |          |          |
| 2                           | 0,85           | 0,98     | 0,95     | —             | —        | —        |
| 3                           | 0,80           | 0,85     | 0,90     | 0,75          | 0,80     | 0,90     |
| 4                           | 0,75           | 0,82     | 0,88     | 0,65          | 0,75     | 0,85     |
| 5                           | 0,70           | 0,80     | 0,85     | 0,62          | 0,72     | 0,82     |
| 6                           | 0,65           | 0,78     | 0,82     | 0,60          | 0,70     | 0,80     |
| 10                          | 0,60           | 0,75     | 0,80     | 0,55          | 0,66     | 0,75     |
| 20                          | 0,50           | 0,70     | 0,75     | 0,50          | 0,61     | 0,70     |
| 40                          | —              | —        | —        | 0,40          | 0,55     | 0,65     |
| 60                          | —              | —        | —        | 0,38          | 0,52     | 0,62     |
| 100                         | —              | —        | —        | 0,35          | 0,50     | 0,60     |
| <i>Electrozi orizontali</i> |                |          |          |               |          |          |
| 2                           | 0,80           | 0,90     | 0,95     | —             | —        | —        |
| 3                           | 0,80           | 0,90     | 0,90     | 0,50          | 0,60     | 0,75     |
| 4                           | 0,77           | 0,88     | 0,85     | 0,45          | 0,55     | 0,70     |
| 5                           | 0,75           | 0,85     | 0,82     | 0,42          | 0,52     | 0,68     |
| 6                           | 0,60           | 0,80     | 0,80     | 0,40          | 0,50     | 0,65     |
| 10                          | 0,60           | 0,75     | 0,75     | 0,33          | 0,44     | 0,56     |
| 20                          | 0,20           | 0,56     | 0,68     | 0,25          | 0,30     | 0,45     |
| 40                          | 0,20           | 0,44     | 0,54     | 0,20          | 0,29     | 0,39     |
| 60                          | —              | —        | —        | 0,20          | 0,27     | 0,36     |
| 100                         | —              | —        | —        | 0,19          | 0,24     | 0,33     |

Rezistența echivalentă a rețelei de legare la pământ a incintei:

$$R_p = 1 \left/ \sum_{i=1}^{i=n_p} (1/R_{pi}) \right., \quad (15.5)$$

în care  $R_{pi}$  sînt rezistențele de dispersie ale prizelor de pământ componente.



Verificarea condițiilor de protecție contra electrocutării:

$$U_{pas}/I_p \geq R_p \leq U_a/I_p, \text{ respectiv} \quad (15.6)$$

$$\alpha U_{pas}/(k_{pas} I_p) \geq R_p \leq \alpha U_a/(k_a I_p)$$

în rețelele de JT, respectiv de MT și IT; în aceste relații:  $U_a$ ,  $U_{pas}$  — sînt tensiunea de atingere și de pas admise (v. § 15.1.2),  $I_p$  — curentul prin priză considerat (v. sus),  $\alpha$  — coeficient de izolare a amplasamentului egal cu 2 — pentru strat de balast gros 12 cm, 3 — pentru dale beton, 5 — pentru asfalt gros 2 cm;  $k_a$  — coeficient de atingere corespunzător prizelor de dirijarea potențialelor și  $k_{pas}$  — coeficient de pas, dați cu aproximație de relațiile:

$$k_a = \frac{0,7}{\frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2L^2}{hb} + A \right)}; \quad k_{pas} = \frac{k_s k_i}{\frac{1}{2\pi} \left( \ln \frac{2L^2}{hb} + A \right)}, \quad (15.7)$$

$$A_s = \ln \frac{l^2(n-1)}{a^{2n-3} L^2 \left[ \left( \frac{n}{2} - 1 \right)! \right]^2 (n-1)!},$$

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h_{ex}} + \frac{1}{a + h_{ex}} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} + \dots + \frac{1}{(n-1)a} \right],$$

$$k_i = 0,65 + 0,172 n, \text{ cînd } n \geq 3,$$

unde:  $L$  este lungimea însumată a tuturor benzilor orizontale, m;  $h$  — adîncimea de îngropare, m;  $b$  — lățimea benzii, m;  $l$  — lungimea unui singur electrod, m;  $n$  — numărul de electrozi în paralel;  $h_{ex}$  — adîncimea de îngropare a electrozilor artificiali extremi, m.

Indiferent de valoarea necesară satisfacerii relațiilor (15.6), rezistențele de dispersie ale prizelor de pămînt nu vor depăși  $4 \Omega^*$  pentru rezistența rezultantă  $R_p$  și  $10 \Omega$  pentru rezistența locală a instalației protejate  $R_{pi}$ ; în instalațiile de legare la pămînt care servesc rețeaua de nul se admite depășirea valorii de  $4 \Omega$  cu condiția satisfacerii relației (15.6), iar pentru stîlpii LEA din soluri cu  $\rho > 200 \Omega\text{m}$

\* Pentru prize comune și pentru IPT,  $1 \Omega$ .

se admit rezistențe locale pînă la 20  $\Omega$  cu condiția satisfacerii rezistenței rezultante de 4  $\Omega$ .

**Verificarea la stabilitate termică** în regim de scurtă durată (de ordinul secundelor), respectiv de durată limitată și de durată nelimitată:

$$S \geq I_{p\partial M} \sqrt{\rho t_{pM}/(\gamma \theta)}; \quad R_p \leq 125 \sqrt{t/t_m} I_{p\partial M}; \quad R_p \leq \sqrt{2\rho\lambda\theta} I_{ps}, \quad (15.8)$$

unde:  $S$  este suprafața de contact cu pămîntul a electrozilor,  $m^2$ ;  $\rho$  — rezistivitatea de calcul a solului,  $\Omega m$ ;  $\theta$  — supra-temperatura egală cu 60 (80) $^{\circ}C$  pentru electrozi îngropați la  $< 0,6$  ( $> 0,6$ ) m;  $\gamma$  — căldura specifică medie a pămîntului, obișnuit  $1,7 \cdot 10^6$   $Ws/^{\circ}Cm^3$ ;  $R_p$  — rezistența prizei de pămînt;  $\lambda$  — conductivitatea medie a solului, obișnuit  $1,2$   $W/^{\circ}Cm$ ;  $I_{p\partial M}$ ,  $I_{p\partial M}$ ,  $I_{ps}$  — v. sus, A;  $t$  — durată maximă admisă, valori:

| $\rho$ , $\Omega m$         |             | 50  | 100 | 200 | 300 |
|-----------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|
| $t$ , în min, pentru priză: | naturală    | 100 | 200 | 400 | 600 |
|                             | artificială | 30  | 60  | 120 | 180 |

**Exemplul de calcul 15.1.** Să se calculeze rezistența instalației de legare la pămînt a incintei din fig. 15.4,  $a$ , cunoscînd că valorile rezistențelor locale sînt cele din desen și că priza de pămînt a halei 1 a este constituită din fundațiile stîlpilor de forma arătată în fig. 15.4,  $c$  unde  $A=1,2$  m,  $B=1$  m,  $h_1=0,3$  m,  $h_2=0,4$  m,  $a=0,4$  m,  $b=0,3$  m, pămînt argilos.

Rezistența de dispersie a prizei halei la:

$$V = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,3 + 0,4(0,4 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1 + \sqrt{0,12 \cdot 1,2})/3 = 0,53 \text{ m}^3;$$

$$r_{pv} = 0,25 \cdot 80 \cdot \sqrt[3]{0,53} = 16,176 \text{ } \Omega; \quad n_v = 15 \rightarrow u = 0,5;$$

$$R_{pv} = 16,176/(0,5 \cdot 15) = 2,157 \leq 10 \text{ } \Omega.$$

Rezistența echivalentă a instalației de legare la pămînt:

$$R_p = 1/[(1/3,6) + (1/1,5) + (1/4,1) + (1/5,4) + \{(1/2,157)\}] = 0,544 \text{ } \Omega.$$

**Exemplul de calcul 15.2.** Să se calculeze secțiunea conductoarelor de legare la pămînt ale instalației stației de primire 4a din fig. 15.4,  $a$ , cunoscînd datele de calcul din exemplul 9.8 pentru SC și că  $t_{pr}=1s$ ,  $t_d=0,09$  s.

$$I_{k2} = 6/(2 \cdot 0,24) = 12,5 \text{ kA}; \quad t_f = 1 + 0,09 = 1,09 \text{ s};$$

Pentru conductoarele de legare la pământ pozate în contur închis, respectiv deschis:

$$s_{ci} = 12\,500 \sqrt{1,09/(2 \cdot 70)} = 93 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OL } 25 \times 4 \text{ mm}^2;$$

$$s_{sd} = 12\,500 \sqrt{1,09/70} = 186 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OL } 40 \times 5 \text{ mm}^2.$$

#### 15.2.4. Măsurarea rezistenței de dispersie și verificarea instalațiilor de legare la pământ

Măsurarea rezistenței de dispersie a prizelor de pământ se face conform schemei din fig. 15.4, *d*, în care priza sondă  $R_s$  se plantează prin încercări în zona de potențial nul (neinfluențat de potențialul prizei de măsurat  $R_p$  și al prizei auxiliare  $R_a$  prin care se închide curentul de măsurat). Măsurătorile se fac în c.a. și numai după scoaterea de sub tensiune a echipamentelor legate la priza de pământ.  $R_p$  se determină cu relația (în ohmi):

$$R_p = U_p/I_p = U_v(1 + R_s/r_v)/I_p, \quad (15.9)$$

unde:  $U_v$  este indicația voltmetrului, V;  $r_v$  — rezistența interioară a voltmetrului,  $\Omega$ ;  $I_p$  — curentul măsurat, A;  $R_s$  — rezistența de dispersie a sondei,  $\Omega$ .

#### Verificarea instalației de legare la pământ:

- La recepție și darea în exploatare: primirea documentației tehnice a instalației (planurile și schemele de execuție, procesul-verbal de lucrări ascunse cu specificarea asigurării continuității electrice, buletinele de verificări și procesul-verbal de recepție); verificarea execuției (legături eficiente între prizele naturale și cele artificiale și între conductoarele instalației și priză sau/și carcasele protejate, starea conductoarelor, îmbinărilor și prinderilor — prin sondaj și dezgropare a numărului de electrozi stabilit prin norme departamentale); măsurarea rezistenței de dispersie și a tensiunilor de atingere și de pas;

- În exploatare: verificarea periodică și ocazională a legăturilor, gradului de corodare a electrozilor (prin dezgroparea celor din zonele de îmbinare; se înlocuiesc când grosimea s-a redus cu 1/3), rezistenței de dispersie (v. sus).



## 15.3. Instalații de legare la nul de protecție

### 15.3.1. Mod de realizare

Instalațiile de legare la nul de protecție constau din legarea directă sau în cascadă (prin intermediul bornelor sau barelor de nul ale tablourilor de distribuție) a nulului sursei de alimentare (transformator sau generator) cu carcasele metalice ale receptoarelor cu tensiuni periculoase. Până la ultimul tablou de distribuție cu borna sau bara de nul legate la pământ, se admite conductor comun de nul de protecție și de lucru (simbol *PEN*); mai departe, spre receptor, nulul de protecție (simbol *PE*) trebuie să fie strict separat galvanic de nulul de lucru (simbol *N*).

Rețeaua de nul de protecție a unei instalații are implicit o instalație de legare la pământ la care se leagă (v. fig. 15.5, *a*): 1) la sursă —  $R_{p0}$ , 2) la toate tablourile de distribuție și la capetele, derivațiile și alte puncte ale LEA astfel ca între ele să nu fie mai mult de 1 km —  $R_{p1}$ . Execuția instalației de legare la pământ — v. § 15.2 (rezistența de dispersie — pag. 578; 579).


Cînd: 1) nu-i asigurată deconectarea echipamentului defect în maximum 3 s, 2) conductorul de nul este din Al (v. § 15.3.2), 3) locul de muncă nu este puțin periculos (v. § 1.3.5), se ia una din măsurile suplimentare de protecție: legarea la pământ —  $R_{p2}$  — fig. 15.5, *a*, egalizarea potențialelor sau izolarea amplasamentului în zona de manipulare, *PACD* sau *PATA* (v. § 15.1.1). Excepții: 1) stîlpii metalici sau din beton armat cu corpuri de iluminat alimentate prin cablu, dacă bara de nul a cutiei de distribuție de pe stîlp are borne separate pentru *N*, *PE* și conductorul de legare la armătura metalică a stîlpului și dacă conductorul *PEN* al cablului este legat la capetele liniei și ramificațiilor la o instalație de legare la pământ cu  $R_p = 4 \Omega$ ; 2) stîlpii LEA la care elementele de protejat se leagă printr-un conductor separat de ramificație la conductorul de nul al LEA sau la care *N* — *echipament* se leagă la *N* — *LEA*; 3) corpurile de iluminat — v. § 15.1.2). Utilajele portabile nu se leagă la pământ (legarea lor la *PE* se face prin cablul de alimentare) dar se exploatează numai

cu mijloace individuale de protecție (mînuși, cizme sau covoare electroizolante) sau se egalizează potențialele amplasamentului cu conductor flexibil din cupru de minimum 6 mm<sup>2</sup>.

În circuitul *PEN* sau *PE* este interzisă montarea siguranțelor fuzibile sau a aparatelor de comutare (admis numai conectare prin prize cu contact de nul de protecție special construite).

Funcție de avantajele economice, receptoarele alimentate din aceeași sursă (trafo, generator) pot avea ca protecție principală unele legarea la nul, altele legarea la pămînt, dar utilizînd aceeași instalație de legare la pămînt.

**IMPORTANT !** Pentru executarea legăturilor de protecție utilajul sau echipamentul respectiv va avea pe carcasă

2 borne *PE* marcate  : una în interior lîngă bornele de alimentare pentru legarea conductorului de la sursă, alta în exterior. Învelișurile și tuburile metalice ale conductoarelor coloanelor și circuitelor se leagă atît la plecare cît și la sosire la borna *PE* respectivă. În mediile umede, legăturile se protejează corespunzător.

### 15.3.2. *Materiale. Secțiuni minime*

**Materiale.** Obîșnuit, conductoare anume destinate din cupru sau oțel, excepțional (la LEA sau cabluri) din aluminiu. Cînd *PE* sau *PEN* se montează în înveliș comun cu conductoarele active, este izolat (colorat verde-galben); cînd e separat, poate fi neizolat (barele se marchează cu benzi transversale verzi și galbene late de 15 ... 100 mm).

Cînd este posibil: construcția metalică a clădirilor și instalațiilor tehnologice cu îndeplinirea condițiilor de secțiune echivalentă (v. jos) și continuitate electrică; mantalele de plumb sau aluminiu ale cablurilor pentru completarea secțiunii *PE(PEN)*, dacă e justificat economic și dacă se asigură continuitatea prin șuntarea manșoanelor și întreprerilor.



Secțiunea minimă a PEN(PE) trebuie să asigure

$$I_d \geq k_{JT} I_{pr}, \quad (15.8)$$

unde:  $k_{JT}$  — (15.2), iar  $I_{pr}$  este curentul nominal al siguranței fuzibile sau cel reglat pe releul maximal al întreruptorului automat.

Cu excepția receptoarelor de pe șantierele de CM (v. § 15.3.4), condiția (15.8) se consideră satisfăcută dacă  $PEN(PE)$ :

• Din același material ca și conductoarele de fază 1 — în înveliș comun sau 2 — la LEA (v. și § 16.1.2), au secțiunea:

|                            |        |          |          |        |           |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------------------------|--------|----------|----------|--------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $s_F, \text{mm}^2$         | 1,5    | 2,5      | 4        | 6      | 10        | 16       | 25       | 35       | 50       | 70       | 95       | 120      | 150      |
| $s_{PEN(PE)}, \text{mm}^2$ | 1<br>2 | 1,5<br>— | 2,5<br>— | 4<br>4 | 6<br>6    | 10<br>10 | 16<br>16 | 16<br>25 | 16<br>35 | 25<br>50 | 35<br>50 | 50<br>70 | 70<br>95 |
| $s_F$                      | 185    | 240      | 300      | 400    | peste 400 |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 1                          | 95     | 120      | 150      | 185    | 0,5 $s_F$ |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 2                          | 95     | 120      | 150      | 185    | 0,5 $s_F$ |          |          |          |          |          |          |          |          |

• Din cupru, pentru legarea la bara  $PEN(PE)$  a carcaserelor metalice ale aparatelor electrice, când nu sînt asigurate la montaj contacte electrice de rezistență neglijabilă (prin sudură, șurub cu șaibă elastică cu dinți sau pe suprafețe pregătite special) au secțiunea:

|                       |        |     |    |         |          |           |           |     |           |
|-----------------------|--------|-----|----|---------|----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| $I_F, \text{A}$       | 6 ÷ 16 | 25  | 32 | 40 ÷ 63 | 80 ÷ 100 | 125 ÷ 160 | 200 ÷ 250 | 315 | 400 ÷ 630 |
| $s_{PE}, \text{mm}^2$ | CP     | 2,5 | 4  | 6       | 10       | 16        | 25        | 35  | 50        |

(CP — conductor principal; pentru  $I_F > 800 \text{ A} \rightarrow s_{PE} = 70 \text{ mm}^2$ ).

### 15.3.3. Verificarea instalațiilor de legare la nul de protecție

Înainte de darea în exploatare se verifică:

• Vizual, existența și execuția corectă a conductoarelor de protecție (instalare și protejare îngrijită, marcaj, legături corecte la tablouri și utilaje, asigurarea continuității electrice și a secțiunilor echivalente);



• Corecta aplicare a măsurilor suplimentare de protecție;

• Alegerea și dimensionarea juste a protecțiilor de curent prin verificarea condiției (15.8) cu ajutorul montajului desenat punctat în fig. 15.5, *a* unde: se citește  $U_E$  (cu  $S_u$  și  $S_v$  deschise),  $U_{EI}$  (cu  $S_u$  și, dacă nu rezultă o valoare simțitor mai mică decât  $U_E$ , și cu  $S_v$  închise) și  $I$  și se calculează:

$$I_d = IU_E / (U_E - U_{EI}) \quad (15.9)$$

care trebuie să satisfacă condiția (15.8).

#### 15.3.4. Cazuri particulare

**Legarea la nul de protecție pe șantier.** Rețeaua de nul se leagă la extremități, ramificații și pe traseu la intervale de maximum 200 m la prize locale de maximum 10  $\Omega$ , legate între ele. Rezistența echivalentă a întregii instalații de legare la pământ, măsurată cu nulul deconectat de sursă, ca și rezistența electrică a prizei de pământ la care se leagă neutrul sursei (v. fig. 15.5, *b*) trebuie să aibă fiecare maxim 4  $\Omega$ . Drept prize locale pot fi folosite obiecte metalice în contact cu pământul (fig. 15.5, *b*) cu îndeplinirea condițiilor de secțiune și continuitate.

De la tablourile de distribuție la utilaje se fac legături duble de protecție: una normală, din interiorul cutiei de borne a utilajului cu PE din cablul de alimentare, alta suplimentară, din exteriorul carcasei cu conductor din Cu-25/10 mm<sup>2</sup> sau OL-70/50 mm<sup>2</sup> neprotejat/protejat în tub sau prin îngropare.

**Legarea la nul de protecție a utilajelor de ridicat pe căi de rulare.** La utilajele alimentate prin linii de contact, drept conductor principal de protecție se folosesc șinele căilor de rulare unde:

• Se asigură continuitatea electrică prin șuntarea joantelor dintre șine și legarea între ele a capetelor căilor prin conductor OL cu  $s \geq 100$  mm<sup>2</sup>;

• Se leagă la șină conductorul PE prin șurub cu piuliță asigurată contra deșurubării accidentale;

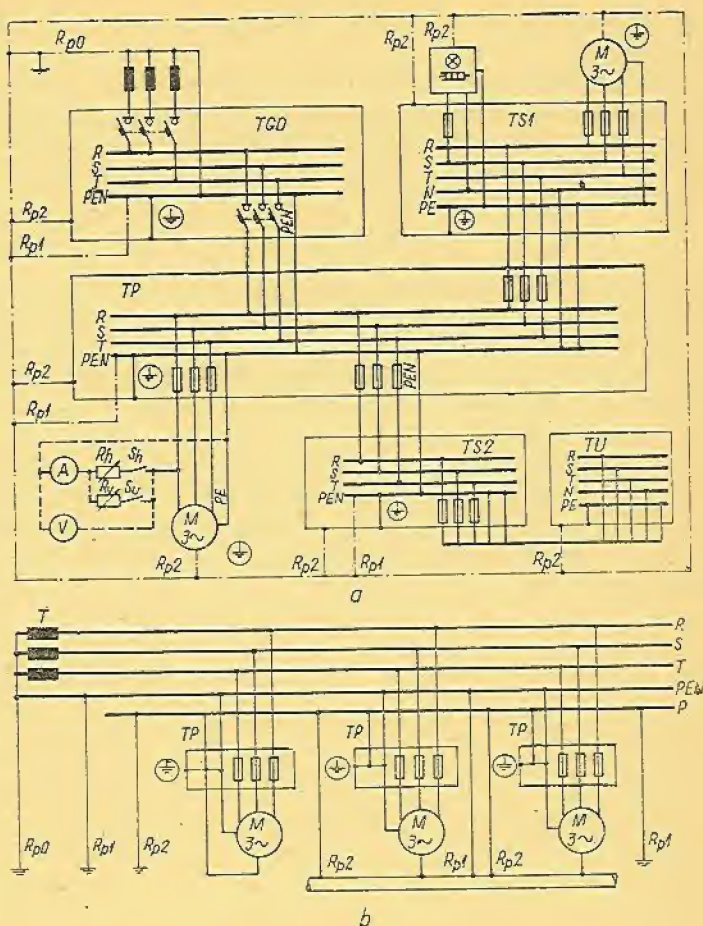


Fig. 15.5. Scheme de principiu pentru instalații de legare la nul de protecție:

*a* — instalație de întreprindere industrială (v. § 15.3.1); *T* — transformator cu neutrul legat la pământ, *TGD* — tablou general de distribuție, *TS1*, *TS2* — tablou secundar de distribuție, *TP* — tablou principal de distribuție, *TU* — tablou electric pe utilaj.  $R_{p0}$ ,  $R_{p1}$ ,  $R_{p2}$  — instalație de legare la pământ a rețelei de nul (v. text), *R*, *S*, *T* — conductoare de fază, *PEN*, *PE*, *N* — v. text (cu linie întreruptă s-a desenat schema verificării eficienței protecției — v. § 15.3.3); *b* — instalații de șantier: *T*, *TP* — v. sus;  $R_{p0} \leq 4 \Omega$  — prize de pământ a sursei,  $R_{p1} \leq 10 \Omega$  — prize de pământ locale la care se leagă rețeaua de nul, *P* — rețea generală de legare la pământ suplimentară cu  $R_p \leq 4 \Omega$  cu prize locale  $R_{p2}$ ;

• Se leagă șinele la o priză de pământ vecină de maxim  $4 \Omega$ ;

• Se asigură contact sigur între roată și șină, eventual prin dispozitiv de curățire (în locuri cu depuneri); pentru utilajele cu timp de repaus peste 10 zile sau cu sarcină nominală sub 1 t se va lua una din măsurile: 1) dispozitiv de curățire care să asigure

$$R_c \leq 24 / (k_{JT} I_d), \quad (15.10)$$

$k_{JT}$ ,  $I_d$  — v. (15.8); 2) montarea unui releu de protecție care să acționeze la curenți de defect; 3) montarea unui  $PE$  suplimentar (al patrulea) sub conductoarele active, legat la capete și pe traseu la fiecare tronson al șinelor (utilizarea culegătoarelor de curent tip rolă pentru contactul de protecție este interzisă).

La utilajele alimentate prin cablu trenat sau pe tambur (v. § 11.3.4), conductorul  $PE$  este încorporat în acest cablu.

Echipamentul de pe utilaj este legat la nul prin masa metalică a acestuia prin asigurarea  $\frac{2}{3}$  contactelor și continuității necesare.



## 16. REȚELE ELECTRICE

### 16.1. Condiții generale privind utilizarea materialelor

#### 16.1.1. *Materialul conductoarelor*

De regulă se utilizează aluminiul. Excepții în care se utilizează cuprul (Decret 222/1977):

— în medii în care aluminiul nu este stabil chimic (v. § 1.5), numai dacă nu se poate asigura etanșeitătea instalației;

— în medii cu pericol de explozie, în cazurile specificate de prescripțiile specifice în vigoare;

— la circuitele receptoarelor de importanță deosebită, pentru secțiuni mai mici de  $10 \text{ mm}^2$  — Al (pompele de incendiu, receptoarele de siguranță din centralele electrice etc.);

— la circuitele de comandă, automatizare, măsură și semnalizare, cu excepția celor cu comandă locală necuprinse în sistemul de automatizare respectiv (vane, ventile, clapete) precum și a circuitelor cu secțiuni sub  $10 \text{ mm}^2$  pentru alimentarea tablourilor acestor instalații;

— în instalațiile de pe utilaje mobile sau supuse șocurilor și vibrațiilor permanente transmisibile cablurilor;

— pentru protecția prin legare la nul sau la pământ, când nu poate fi utilizat oțelul sau aluminiul.

### 16.1.2. Secțiuni minime în folosirea conductoarelor

| Destinația conductorului                                       | $s_{min}$ , mm <sup>2</sup> |       |
|--|-----------------------------|-------|
|  | Cu                          | Al    |
| Conductoare izolate protejate în tub                           | 1,5                         | 2,5   |
| În interiorul corpului de iluminat                             | 0,75                        | —     |
| În instalații aeriene interioare cu distanță între izolatoare: |                             |       |
| 1 ... 2 m  | 1,5                         | 1,4   |
| 2 ... 6 m  | 2,5                         | 6     |
| 16 ... 15 m  | 4                           | 10    |
| 15 m   | 6                           | 16    |
| Coloane electrice (la tablouri de distribuție)                 | 2,5                         | 4     |
| Alimentarea firmelor cu gaze rarefiate                         | 2,5                         | 4     |
| Legătura contor — tablou în locuințe 220/120 V                 | 4/10                        | 6/16  |
| Instalații mononul:  |                             |       |
| conductor fază   | 1,5                         | 2,5   |
| conductor nul (comun)  | 2,5                         | 2,5   |
| contor-tablou  | 2,5                         | 4     |
| Circuite secundare reductoare de curent                        | 2,5                         | —     |
| Legături în tablouri: lipite/cleme sau borne                   | 0,5/0,75                    | —/2,5 |
| Racord receptoare mobile:                                      |                             |       |
| până la 6 A  | 0,75                        | —     |
| 6 ... 10 A   | 1                           | —     |
| 10 ... 16 A  | 1,5                         | —     |
| 16 ... 25 A  | 2,5                         | —     |
| 25 ... 32 A  | 4                           | —     |
| 32 ... 40 A  | 6                           | —     |
| 40 ... 63 A  | 10                          | —     |
| Conductoarele de nul de protecție                              | v. § 15.3.2                 |       |
| Cabluri Al în medii cu pericol de explozie:                    |                             |       |
| — catg. E II a, PC   | —                           | 4     |
| — rest   | —                           | 10    |
| Pentru LEA   | v. § 16.2.1                 |       |

### 16.1.3. Secțiunea economică a conductoarelor

**Obligativitatea calculului.** Pentru LEA ≤ 110 kV și LEC ≤ 20 kV. Excepții: legăturile scurte la receptoarele de JT, (sub 50m) sau MT (sub 100 m), barele și derivațiile scurte din stații și posturi trafa, circuitele trifazate

pentru rezistențe și reostate de pornire și similare, rețelele cu o durată sub 3 ani.

**Sarcina maximă de calcul.** Funcție de evoluția ei în timp:

- Sarcina maximă rămâne constantă în timp:

$$I_M = I_c, \quad (16.1)$$

unde  $I_c$  este curentul de calcul determinat după caz, conform §§ 9.4.1 ... 9.4.4, 11.3.1, 11.3.2, 12.3.1, 12.3.2;

- Sarcina maximă definitivă se atinge într-o perioadă  $t_r \leq 9$  ani de la primul an de funcționare, crescând cu o rată medie anuală  $r$  față de sarcina maximă a primului an  $I_{M1}$ :

$$I_M = k_r I_{M1}, \quad (16.2)$$

unde  $k_r$  se determină din tabelul următor:

| r, % | $k_r$ pentru $t_r$ |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      | 1                  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| 1    | 1,01               | 1,02 | 1,03 | 1,03 | 1,04 | 1,05 | 1,05 | 1,06 | 1,06 |
| 2    | 1,02               | 1,04 | 1,05 | 1,07 | 1,08 | 1,09 | 1,11 | 1,12 | 1,13 |
| 3    | 1,03               | 1,05 | 1,08 | 1,10 | 1,12 | 1,15 | 1,17 | 1,19 | 1,20 |
| 4    | 1,04               | 1,07 | 1,11 | 1,14 | 1,17 | 1,20 | 1,23 | 1,26 | 1,28 |
| 5    | 1,05               | 1,09 | 1,13 | 1,18 | 1,22 | 1,26 | 1,30 | 1,33 | 1,37 |
| 6    | 1,06               | 1,11 | 1,16 | 1,21 | 1,27 | 1,32 | 1,37 | 1,42 | 1,46 |
| 7    | 1,06               | 1,13 | 1,19 | 1,25 | 1,32 | 1,38 | 1,44 | 1,50 | 1,57 |
| 8    | 1,07               | 1,15 | 1,22 | 1,29 | 1,37 | 1,44 | 1,52 | 1,60 | 1,68 |
| 9    | 1,08               | 1,17 | 1,25 | 1,34 | 1,42 | 1,51 | 1,61 | 1,70 | 1,79 |
| 10   | 1,09               | 1,19 | 1,28 | 1,38 | 1,48 | 1,59 | 1,69 | 1,81 | 1,92 |
| 11   | 1,10               | 1,21 | 1,31 | 1,43 | 1,54 | 1,66 | 1,79 | 1,92 | 2,06 |
| 12   | 1,11               | 1,23 | 1,35 | 1,47 | 1,60 | 1,74 | 1,89 | 1,04 | 2,21 |
| 13   | 1,12               | 1,25 | 1,38 | 1,52 | 1,67 | 1,83 | 2,00 | 2,18 | 2,37 |
| 14   | 1,13               | 1,27 | 1,41 | 1,57 | 1,73 | 1,91 | 2,11 | 2,31 | 2,54 |
| 15   | 1,14               | 1,29 | 1,45 | 1,62 | 1,80 | 2,01 | 2,22 | 2,46 | 2,72 |
| 16   | 1,15               | 1,31 | 1,48 | 1,67 | 1,88 | 2,10 | 2,35 | 2,62 | 2,92 |
| 17   | 1,16               | 1,33 | 1,52 | 1,72 | 1,95 | 2,20 | 2,48 | 2,79 | 3,13 |
| 18   | 1,17               | 1,35 | 1,55 | 1,78 | 2,03 | 2,31 | 2,62 | 2,79 | 3,36 |
| 19   | 1,18               | 1,37 | 1,59 | 1,83 | 2,11 | 2,41 | 2,76 | 3,16 | 3,60 |
| 20   | 1,18               | 1,39 | 1,62 | 1,89 | 2,19 | 2,53 | 2,92 | 3,36 | 3,86 |



• Sarcina maximă definitivă se atinge ca în cazul precedent, dar în unul din cei 9 ani apare în plus o creștere suplimentară planificată  $I_p$ :

$$I_M = k_{rs} I_{M1}, \quad (16.3)$$

unde  $k_{rs}$  se determină din tabelul următor:

| r% | $\frac{I_p}{I_{M1}}$ | $k_{rs}$ pentru $t_s$ |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |                      | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| 1  | 2                    | 3                     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 0  | 0,0                  | 1,00                  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0  | 0,5                  | 1,47                  | 1,43 | 1,40 | 1,37 | 1,32 | 1,32 | 1,29 | 1,27 | 1,25 |
| 0  | 1,0                  | 1,94                  | 1,88 | 1,82 | 1,77 | 1,71 | 1,66 | 1,62 | 1,57 | 1,53 |
| 0  | 1,5                  | 2,41                  | 2,33 | 2,25 | 2,17 | 2,09 | 2,02 | 1,96 | 1,89 | 1,83 |
| 0  | 2,0                  | 2,89                  | 2,78 | 2,68 | 2,58 | 2,48 | 2,30 | 2,39 | 2,22 | 2,14 |
| 0  | 2,5                  | 3,37                  | 3,24 | 3,11 | 2,99 | 2,87 | 2,76 | 2,65 | 2,55 | 2,45 |
| 0  | 3,0                  | 3,84                  | 3,69 | 3,54 | 3,40 | 3,27 | 3,14 | 3,01 | 2,89 | 2,77 |
| 2  | 0,0                  | 1,13                  | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| 2  | 0,5                  | 1,60                  | 1,57 | 1,54 | 1,51 | 1,48 | 1,46 | 1,43 | 1,41 | 1,39 |
| 2  | 1,0                  | 2,07                  | 2,01 | 1,96 | 1,91 | 1,85 | 1,81 | 1,76 | 1,71 | 1,67 |
| 2  | 1,5                  | 2,54                  | 2,46 | 2,39 | 2,31 | 2,24 | 2,17 | 2,10 | 2,03 | 1,97 |
| 2  | 2,0                  | 3,02                  | 2,92 | 2,82 | 2,72 | 2,63 | 2,53 | 2,45 | 2,36 | 2,28 |
| 2  | 2,5                  | 3,50                  | 3,37 | 3,25 | 3,13 | 3,02 | 2,91 | 2,80 | 2,69 | 2,59 |
| 2  | 3,0                  | 3,98                  | 3,83 | 3,69 | 3,55 | 3,41 | 3,28 | 3,15 | 3,03 | 2,91 |
| 4  | 0,0                  | 1,28                  | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 |
| 4  | 0,5                  | 1,75                  | 1,72 | 1,70 | 1,67 | 1,64 | 1,62 | 1,59 | 1,57 | 1,55 |
| 4  | 1,0                  | 2,22                  | 2,17 | 2,12 | 2,07 | 2,02 | 1,97 | 1,92 | 1,88 | 1,83 |
| 4  | 1,5                  | 2,70                  | 2,62 | 2,55 | 2,47 | 2,40 | 2,33 | 2,26 | 2,20 | 2,13 |
| 4  | 2,0                  | 3,17                  | 3,08 | 2,98 | 2,88 | 2,79 | 2,70 | 2,61 | 2,53 | 2,44 |
| 4  | 2,5                  | 3,65                  | 3,53 | 3,41 | 3,30 | 3,18 | 3,07 | 2,97 | 2,86 | 2,76 |
| 4  | 3,0                  | 4,13                  | 3,99 | 3,85 | 3,71 | 3,58 | 3,45 | 3,32 | 3,20 | 3,07 |
| 6  | 0,0                  | 1,46                  | 1,46 | 1,46 | 1,46 | 1,46 | 1,46 | 1,46 | 1,46 | 1,46 |
| 6  | 0,5                  | 1,93                  | 1,91 | 1,88 | 1,85 | 1,83 | 1,81 | 1,78 | 1,76 | 1,73 |
| 6  | 1,0                  | 2,40                  | 2,35 | 2,30 | 2,26 | 2,21 | 2,15 | 2,11 | 2,07 | 2,02 |
| 6  | 1,5                  | 2,88                  | 2,80 | 2,73 | 2,66 | 2,59 | 2,52 | 2,46 | 2,39 | 2,32 |
| 6  | 2,0                  | 3,35                  | 3,26 | 3,16 | 3,07 | 2,98 | 2,89 | 2,81 | 2,72 | 2,63 |
| 6  | 2,5                  | 3,83                  | 3,71 | 3,60 | 3,49 | 3,38 | 3,27 | 3,16 | 3,05 | 2,95 |
| 6  | 3,0                  | 4,31                  | 4,17 | 4,03 | 3,90 | 3,77 | 3,64 | 3,51 | 3,39 | 3,26 |
| 8  | 0,0                  | 1,68                  | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,68 |
| 8  | 0,5                  | 2,14                  | 2,12 | 2,09 | 2,07 | 2,05 | 2,02 | 2,00 | 1,97 | 1,95 |
| 8  | 1,0                  | 2,61                  | 2,56 | 2,52 | 2,47 | 2,43 | 2,38 | 2,33 | 2,29 | 2,24 |
| 8  | 1,5                  | 3,08                  | 3,02 | 2,95 | 2,88 | 2,81 | 2,75 | 2,68 | 2,61 | 2,54 |

| 1  | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 8  | 2,0 | 3,56 | 3,47 | 3,38 | 3,29 | 3,20 | 3,12 | 3,03 | 2,94 | 2,85 |
| 8  | 2,5 | 4,03 | 3,92 | 3,81 | 3,70 | 3,60 | 3,49 | 3,38 | 3,27 | 3,17 |
| 8  | 3,0 | 4,51 | 4,38 | 4,25 | 4,12 | 3,99 | 3,86 | 3,74 | 3,61 | 3,49 |
| 10 | 0,0 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 | 1,92 |
| 10 | 0,5 | 2,38 | 2,36 | 2,34 | 2,32 | 2,30 | 2,27 | 2,25 | 2,23 | 2,20 |
| 10 | 1,0 | 2,85 | 2,81 | 2,77 | 2,72 | 2,68 | 2,63 | 2,59 | 2,54 | 2,50 |
| 10 | 1,5 | 3,32 | 3,26 | 3,20 | 3,13 | 3,07 | 3,00 | 2,94 | 2,87 | 2,80 |
| 10 | 2,0 | 3,80 | 3,71 | 3,63 | 3,54 | 3,46 | 3,37 | 3,29 | 3,20 | 3,11 |
| 10 | 2,5 | 4,27 | 4,17 | 4,06 | 3,96 | 3,85 | 3,75 | 3,64 | 3,53 | 3,42 |
| 10 | 3,0 | 4,75 | 4,62 | 4,50 | 4,37 | 4,25 | 4,12 | 3,99 | 3,87 | 3,74 |

Funcție de configurația rețelei:

— Pentru linii radiale cu secțiune constantă, de lungime  $L$ , care alimentează  $n$  sarcini în derivație:

$$I_{Mc} = \sqrt{(I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + \dots + I_n^2 l_n) / L}. \quad (16.4)$$

— Pentru linii radiale de JT la care se pot stabili inițial numai raportul  $l_1/L$ :

$$I_{Mc} = k_d I_{M1}. \quad (16.5)$$

unde  $k_d$  are valorile

| $l_1/L$ | 0    | 0,15 | 0,3 | 0,4  | 0,5 | 1 |
|---------|------|------|-----|------|-----|---|
| $k_d$   | 0,60 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 1 |

— Pentru linii radiale cu secțiune variabilă se calculează pentru fiecare tronson sau grup de tronsoane.

În relațiile de sus,  $I_1 \dots I_n$ ,  $l_1 \dots l_n$  sînt curenții, respectiv lungimile între punctele de derivație.

Secțiunea economică și numărul de conductoare:

$$s_{ec} = k_c I_M / j_{ec}; \text{ cînd } s_{ec} > s_{cM} \rightarrow N_c = s_{ec} / (k_f s_{cM}), \quad (16.6)$$

unde:  $k_c$  — coeficient de corecție funcție de costul tonei de combustibil marginal normat la momentul proiectării (la data redactării  $C = 2\,000$  lei/tcc) relații de calcul:

$k_c = 1 - 0,015(2000 - C)/100$  pentru  
 $C \leq 2000$  lei/tcc;  
 $k_c = 1 + 0,010(C - 2000)/100$  pentru  
 $C > 2000$  lei/tcc;

$s_{cM}$  — secțiunea maximă produsă a conductorului;

$k_j$  — coeficient de creștere al  $j_{ec}$  — secțiunii economice de curent, conform tabelului:

| Caracteristicile<br>liniei | $j_{ec}$ în A/mm <sup>2</sup> pentru $T$ în h/an: |      |      |      |      |      |      | $k_j$ | $s_{cM}$<br>mm <sup>2</sup> |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|-------|-----------------------------|
|                            | 1000  | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 |       |                             |
| LEA-Al                     |   |      |      |      |      |      |      |       |                             |
| JT 3 conductoare           | 0,67  | 0,53 | 0,45 | 0,38 | 0,32 | 0,28 | 0,25 | 2,12  | 95                          |
| JT 4 conductoare           | 0,78  | 0,63 | 0,52 | 0,44 | 0,38 | 0,33 | 0,29 | 1,93  | 95                          |
| Idem, torsadate            | 0,65  | 0,52 | 0,43 | 0,36 | 0,31 | 0,27 | 0,24 | 2,05  | 95                          |
| MT-20 kV OL-Al             | 0,76  | 0,61 | 0,51 | 0,43 | 0,37 | 0,32 | 0,29 | 1,84  | 120                         |
| IT-110 kV OL-Al            | 0,79  | 0,67 | 0,57 | 0,50 | 0,43 | 0,38 | 0,34 | 2,10  | 300                         |
| LEA-Cu                     |   |      |      |      |      |      |      |       |                             |
| JT 3 conductoare           | 2,23  | 1,75 | 1,42 | 1,18 | 1,01 | 0,88 | 0,78 | 1,37  | 70                          |
| JT 4 conductoare           | 2,57  | 2,02 | 1,64 | 1,37 | 1,17 | 1,02 | 0,90 | 1,30  | 70                          |
| MT-20 kV                   | 2,48  | 2,02 | 1,68 | 1,42 | 1,22 | 1,07 | 0,95 | 1,41  | 70                          |
| IT-110 kV                  | 2,57  | 2,13 | 1,78 | 1,52 | 1,31 | 1,15 | 1,03 | 1,30  | 300                         |
| LEC-Al, izolație:          |   |      |      |      |      |      |      |       |                             |
| JT-hirtie                  | 0,97  | 0,79 | 0,65 | 0,55 | 0,47 | 0,41 | 0,37 | 1,28  | 240                         |
| JT-sintetică               | 0,85  | 0,69 | 0,57 | 0,48 | 0,41 | 0,36 | 0,32 | 1,27  | 240                         |
| 6 kV-sintetică             | 0,91  | 0,76 | 0,65 | 0,55 | 0,48 | 0,43 | 0,38 | 1,49  | 240                         |
| 10 kV-idem                 | 1,24  | 1,04 | 0,88 | 0,75 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 1,47  | 150                         |
| 20 kV -idem                | 1,20  | 1,01 | 0,85 | 0,73 | 0,64 | 0,56 | 0,50 | 1,91  | 150                         |
| LEC-Cu, izolație:          |   |      |      |      |      |      |      |       |                             |
| JT-hirtie                  | 2,35  | 1,85 | 1,50 | 1,25 | 1,07 | 0,93 | 0,82 | 1,17  | 150                         |
| JT-sintetică               | 2,31  | 1,81 | 1,47 | 1,22 | 1,05 | 0,91 | 0,81 | 1,11  | 185                         |
| 6 kV-hirtie                | 2,42  | 1,98 | 1,64 | 1,39 | 1,20 | 1,05 | 0,93 | 1,28  | 150                         |
| 20 kV-hirtie               | 2,42  | 1,98 | 1,64 | 1,39 | 1,20 | 1,05 | 0,93 | 1,31  | 150                         |

Valorile deduse se rotunjesc în plus sau minus la cea mai apropiată valoare, exceptînd cazurile cînd:

$N_c \leq 1,41$  — se alege  $N_c = 1$ ;

$1,41 < N_c < 2,5$  — se alege  $N_c = 2$ .



Exemplul de calcul 16.1. Secțiunea economică pentru o LEC cu cablu ACYHSY 6 kV cu  $I_{M1} = 100$  A constant în timp și  $T = 3600$  h/an.

Din tabele:  $j_{ec} = 0,59$  A/mm<sup>2</sup>,  $k_f = 1,49$ ,  $s_{ec} = 240$  mm<sup>2</sup>. Rezultă:

$s_{ec} = 1 \cdot 100/0,59 = 169$  mm<sup>2</sup> — se alege  $1 \times$  ACYHSY 6 kV —  $3 \times 185$  mm<sup>2</sup>.

Exemplul de calcul 16.2. Idem, cu sarcina crescînd în primii 6 ani cu  $r = 15\%$  și apoi rămînînd constantă.

$s_{ec} = 2,01 \cdot 100/0,59 = 340$  mm<sup>2</sup>;  $N_c = 340/[(1,49 \cdot 240) = 0,76 < 1,41$  — deci  $N_c = 1$ . Se alege  $1 \times$  ACYHSY 6 kV —  $3 \times 240$  mm<sup>2</sup>.

## 16.2. Linii electrice aeriene

### 16.2.1. Condiții de calcul

| Condiții climatice                                | Factori climatici | Tensiunea nominală, kV                     |  | $\leq 1$  |     |       | 3 ... 110 |     |          |       |
|---|-------------------|--|--|-----------|-----|-------|-----------|-----|----------|-------|
|   |                   | Zona (fig. 16.1, 16.2)                     |  | I         | II  | Munte | Ia        | Ib  | II       | Munte |
| Temperatura, °C                                   | maximă            |  |  | +40       | +40 | +30   | +40       | +40 | +40      | +40   |
|   | minimă            |  |  | -20       | -20 | -20   | -30       | -30 | -30      | -30   |
|   | medie             |  |  | -         | -   | -     | +15       | +15 | +15      | +10   |
| Viteza vînt                                       | de chiciură       |  |  | -5        | -5  | -5    | -5        | -5  | -5       | -5    |
|   | maximă            |  |  | 20        | 20  | 25    | 35        | 30  | 27       | 40    |
|   | cu chiciură       |  |  | 12        | 8   | 13    | 20        | 15  | 13       | 20    |
| Grosime chiciură, mm                              |                   |  |  | 10        | 8   | 13    | 23        | 17  | 13       | 25    |
| Presiunea dinamică a vîntului, daN/m <sup>2</sup> |                   | Relația de calcul: $p = k_p v^2/16$ , unde |  | 1         |     |       | 1,4       |     | 1,7      |       |
|   |                   |  |  | $k_p$     |     |       | 30...50   |     | 50...75  |       |
|   |                   |  |  | $H_s$ , m |     |       | $\leq 30$ |     | 75...100 |       |

10.2.1. (continuare)

| Condiții climatice   | Condiții de material<br>— conductoare | Încărcări                   | Denumirea încărcăturii    |   | Relații de calcul  |  |                    |                    |               |    |    |  |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------|--|--------------------|--------------------|---------------|----|----|--|
|                      |                                       |                             | $U_n$ , kV                |   |                    |  |                    |                    |               |    |    |  |
| Ipoteze de încărcare |                                       | $\leq 1$                    | Forță vînt, daN           | pe stîlp și conductor                   |                    | $F = k p S \sin \varphi$   |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       | $> 1$                       |                           | pe stîlp<br>pe conductor<br>pe izolator |                    | $F = k_s p S_s$<br>$F = a k_e d l_a \sin \varphi \cdot 10^{-3}$<br>$F = k_f p S_f$   |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       |                             | Greutatea chicăturii, daN |   |                    | $G_{ch} = \pi b l_a (d_e + b) \gamma_{ch} 10^{-3}$   |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       | Specificație                | a                         | b                                       | c                  | d  | e                  | f                  | g             |    |    |  |
|                      |                                       | Temperatură Vînt Chicătură  | minimă lipsă lipsă        | medie lipsă lipsă                       | medie 10 m/s lipsă | medie maxim lipsă  | maximă lipsă lipsă | -5% lipsă depuneri | -5% chicătură |    |    |  |
|                      |                                       | Materiale — v. § 2.1.1      |                           |   | Al                 | Alcoro   | OL-A               | OL-B               | OL-C          | Cu |    |  |
|                      |                                       | $s_{mad}$ , mm <sup>2</sup> |                           |   |                    | 35   | 35                 | 16                 | 16            | 16 | 16 |  |
|                      |                                       | $U_n$ , kV                  |                           |   |                    | Ipotezele de încărcare meteorologică   |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       | $\leq 1$                    |                           |   |                    | Indiferent de situație   |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       | $> 1$                       |                           |   |                    | <p>Ipotezele a, g (v. sus) cînd <math>b \leq 35</math> mm</p> <p>Ipotezele a, g (v. sus) cînd <math>b &gt; 35</math> mm</p> <p>Cu antivibratori și deschideri sub 120 m</p> <p>Fără antivibratori, cu deschideri peste 120 m</p> |                    |                    |               |    |    |  |
|                      |                                       |                             |                           |   |                    | <p>0,50 <math>\sigma_r</math></p> <p>0,65 <math>\sigma_r</math></p> <p>0,25 <math>\sigma_r</math></p> <p>0,18 <math>\sigma_r</math></p>  |                    |                    |               |    |    |  |

| Condiții de material — Izolatoare   |                                | Nivele de izolație  |   |  |              |  |            |  |            |  |            |  |
|---|--------------------------------|---|---|--|--------------|--|------------|--|------------|--|------------|--|
| Coeficienți de siguranță mecanică   | Regim funcționare              | Izolatoare suport   | Poluarea zonei  |  |              |  |            |  |            |  | IV         |  |
|   |                                |   | LEA 1 ... 35 kV   |  | I            |  | II         |  | III        |  |            |  |
|   |                                |   | LEA 110 kV  |  | 1,55<br>1,70 |  | 2,0<br>2,6 |  | 2,7<br>3,5 |  |            |  |
| La LEA cu $U_n < 110$ kV se iau valorile pentru 110 kV, dar se utilizează armături de protecție împotriva arcului |                                |   |   |  |              |  |            |  |            |  | 3,6<br>4,0 |  |
| Condiții de material — Cleme și armături  | Cleme de întindere și înmădire | Rest cleme și armături în regim:<br>Suporturi izolatoare, tije prelungitoare, piese speciale etc. | La altitudini peste 1 000 m, valorile se majorează cu 1,4% pentru fiecare 100 m în plus                             |  |              |  |            |  |            |  |            |  |
|   |                                |   | 0,90 $\sigma_r$ conductor   |  |              |  |            |  |            |  |            |  |
|   |                                |   | 0,40 $\sigma_r$ material piesă<br>0,50 $\sigma_r$ material piesă<br>v. valorile date mai jos pentru stâlpi metalici |  |              |  |            |  |            |  |            |  |



| Condiții de material — stâlpi: lemn                        |  | Rezistența admisibilă,<br>daN/cm <sup>2</sup>   | Stâlpi brad | $\sigma_a$    |               |                                    |               |          |               | $\tau$ |             |             |             |             |  |
|--|--|---|-------------|---------------|---------------|------------------------------------|---------------|----------|---------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
|  |  |   |             | $\sigma_{ad}$ | $\sigma_{ac}$ | $\sigma_{as}$                      | $\sigma_{aL}$ |          | $\sigma_{aL}$ |        | $\tau_{ad}$ | $\tau_{ac}$ | $\tau_{ad}$ | $\tau_{ac}$ |  |
|  |  |   | 100         | 70            | 100           | 100                                | 15            | 25       | 20            | 45     | 10          | 5           | 5           |             |  |
| Avarie Montaj  |  | Valorile regimului normal înmulțite cu 1,4<br>Valorile regimului normal înmulțite cu 1,3  |             |               |               |                                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
| Coeficienți de corecție pentru alte specii de lemn         |  | Specificație  |             |               |               |                                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
|  |  | Stejar, salcîm<br>Fag, ulm, frasin<br>Anin, plop  |             |               |               |                                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
| Coeficient de sveltețe<br>$\lambda = L/i$ pentru elemente: |  | principale  |             | secundare     |               | idem fără efort                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
|  |  | 1,50  |             | 1,75          |               | 2,00                               |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
| Alte condiții  |  | Diametru minim 16 cm; slăbirea secțiunii maxim 30%; îmbinare fără încăstrări<br>(cu pene, butoane Ø 16 ... 24 mm)   |             |               |               |                                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
| Condiții de fabricație                                     |  | Prefabricați în unități specializate. Calculați prin metoda stărilor limită (STAS 10102-75). Beton marca minim B400. Armătură longitudinală OL-beton PC32, PC50; armătura transversală OL37; armături pretensionate, OL STAS 438/2-80. Legarea la pământ asigurată. |             |               |               |                                    |               |          |               |        |             |             |             |             |  |
| Condiții materiale —                                       |  | Încărcarea  |             | $h$           |               | Încărcarea                         |               | $k$      |               |        |             |             |             |             |  |
| Coeficient de supraîncărcare                               |  | Greutatea proprie LEA<br>Greutate chiciură  |             | 1,1<br>2,0    |               | Vînt pe conductoare,<br>chiciură   |               | nu<br>da |               |        |             |             |             |             |  |
|  |  | Vînt pe stîlp: fără chiciură<br>cu chiciură   |             | 1,3<br>1,4    |               | Tracțiune conductoare,<br>chiciură |               | da<br>nu |               |        |             |             |             |             |  |

Condiții de material — Știpei metalici  
(numai la LEA 110 kV)

| Condiții constructive  | Rezistențe admisibile, daN/cm² | Elementele<br>liniei aeriene | Solicitarea    |          | OL37, seria |      | OL52, seria |      |
|--|--------------------------------|------------------------------|----------------|----------|-------------|------|-------------|------|
|  |                                |                              | Denumirea      | Simbol   | I           | II   | I           | II   |
|  |                                |                              |                |          |             |      |             |      |
| Calculul profilelor prin metoda rezistențelor admisibile; al cablurilor, prin metoda la rupere. Material admis OL37 și OL52. Șuruburi STAS 2700, Electrozi STAS 1125, conform proiectului. | Zăbrele                        | Compresiune                  | $\sigma_{dc}$  | 1600     | 2000        | 2300 | 2900        |      |
|  |                                | Întindere                    | $\sigma_{at}$  | 1600     | 2000        | 2300 | 2900        |      |
|  |                                | Încovoiere                   | $\sigma_{at}$  | 1600     | 1600        | 2300 | 2900        |      |
|  |                                | Porfecare                    | $\tau_a$       | 1300     | 1300        | 1800 | 2300        |      |
|  | Cordoane<br>sudură în:         | Compresiune                  | $\sigma_{ds}$  | 1600     | 2000        | 2300 | 2900        |      |
|  |                                | Întindere                    | $\sigma_{ast}$ | 1300     | 1600        | 1800 | 2300        |      |
|  |                                | Porfecare                    | $\tau_{as}$    | 1100     | 1300        | 1500 | 1900        |      |
|  | relief                         | Porfecare                    | $\tau_{ag}$    | 1000     | 1300        | 1500 | 1900        |      |
|  |                                | Șuruburi                     | Porfecare      | $\tau_a$ | 1300        | 1600 | 1500        | 1800 |
|  | Presiune/gaură                 |                              | $\sigma_{ag}$  | 3200     | 4000        | 3600 | 4200        |      |

16.2.1. (continuare)

|   |  |   |                           |                                  |                             |   |              |   |              |                       |  |
|---|--|---|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|--------------|---|--------------|-----------------------|--|
| Condiții de material<br>— Stâlpi metalici<br>(numai la LEA 110 kV)                        |  | Rezistențe<br>admisibile,<br>daN/cm <sup>2</sup>  | Șuruburi                  | nepă-<br>suite                   | Forfecare<br>Presiune/gaură | σ <sub>a</sub><br>σ <sub>ng</sub>             | 1100<br>2200 | 1300<br>2800                                  | 1300<br>3000 | 1300<br>3600          |  |
|   |  |   | tirant                    | Întindere                        | σ <sub>at</sub>             |   | 1200         | 1400  | 1400         | 1600                  |  |
| Utilizare: seria I — regim normal; seria II — regim avarie; seria I + 15% — montaj        |  |   |                           |                                  |                             |   |              |   |              |                       |  |
| Coeficienți de siguranță pentru verificarea cablurilor pentru ancorarea stâlpilor, regim: |  |   |                           |                                  |                             |   |              |   |              |                       |  |
| Coeficient de<br>zveltețe<br>λ = L/i  | Montanți, dia-<br>gonale, tâlpi                                    | 150   | Alte elemente<br>cu efort | 180                              | Elemente<br>fără efort      | 250   | 400          | normal  | 2,5          | Elemente<br>întindere |  |
|   |  |   |                           |                                  |                             |   |              | avarie  | 2,0          |                       |  |
| Condiții de material — Fundații   | Specificație   | U ≤ 1 kV, zone<br>U ≥ 1 kV, regim   |                           | neclădite<br>normal              |                             | clădite<br>avarie                             |              |   |              |                       |  |
|   | Fundații de greutate   |   |                           | 1,3 ... 1,5                      |                             | —   |              |   |              |                       |  |
| Coeficienți siguranță   | Fundații<br>încastate<br>elastic în<br>pământ                      | burate — stâlpi susținere<br>beton — stâlpi susținere<br>beton — stâlpi întindere<br>beton — stâlpi terminali, de colț<br>forate-injectate — susținere<br>traverse rîuri cu<br>eroziune mal, stîlp: |                           | susținere<br>întindere-terminali |                             | 2,0<br>1,5<br>1,8<br>2,0<br>1,5<br>3,0<br>3,5 |              | 1,8<br>1,3<br>1,5<br>1,8<br>1,3<br>2,5<br>3,0 |              |                       |  |
|   | Caracteristicile terenului (normal/slab)<br>la calculul forfecării | Greutate specifică, daN/m <sup>3</sup><br>Unghi frecare internă, φ°<br>Presiune admisibilă, daN/m <sup>2</sup>  |                           |                                  |                             |   |              | ≥ 1,8/1,7<br>≥ 30/22<br>≥ 2/1,5               |              |                       |  |



| Ipoteze de calcul pentru conductoare                  |   |                                       |                                      | Săgeata    |   | maximă          |  | minimă            |     | medie     |  |
|---|---|---------------------------------------|--------------------------------------|------------|---|-----------------|--|-------------------|-----|-----------|--|
|   |   |                                       |                                      | Încărcarea |   | ipoteza e, f    |  | ipoteza a         |     | ipoteza b |  |
| Ipoteze   | Regim   | Stilp susținere, izolator:            |                                      |            |   | Stilp întindere | Stilp terminal                             |                   |     |           |  |
|   |   | suport                                |                                      | suspensie  |   |                 |  |                   |     |           |  |
|   | Normal  | N1 ... N7                             |                                      | N1 ... N6  |   | N1 ... N4, N8   | N9 ... N12                                 |                   |     |           |  |
|   | Avarie  | —                                     |                                      | A1         |   | A1              | A1   |                   |     |           |  |
| Încărcări ipoteze N                                   | Ipoteza   | Forțe considerate                     |                                      |            |   | Ipoteza         |  | Forțe considerate |     |           |  |
|   | N1  | $F_{N1} = F_{1d1} + F_{2p} + F_{3p1}$ |                                      |            |   | N7              | $F_{N7} = 0,5(F_{N1} \text{ sau } F_{N2})$ |                   |     |           |  |
|   | N2  | $F_{N2} = F_{1p1} + F_{2f} + F_{3f1}$ |                                      |            |   | N8              | $F_{N8} = 0,3 F_{3f2}$                     |                   |     |           |  |
|   | N3  | $F_{N3} = F_{1d2} + F_{2p} + F_{3p1}$ |                                      |            |   | N9              | $F_{N9} = F_{N1} + F_{3p2}$                |                   |     |           |  |
|   | N4  | $F_{N4} = F_{1p2} + F_{2f} + F_{3f1}$ |                                      |            |   | N10             | $F_{N10} = F_{N2} + F_{3f2}$               |                   |     |           |  |
|   | N5  | $F_{N5} = F_{1d3} + F_{2p} + F_{3p1}$ |                                      |            |   | N11             | $F_{N11} = F_{N3} + F_{3p2}$               |                   |     |           |  |
|   | N6  | $F_{N6} = F_{1p3} + F_{2f} + F_{3f1}$ |                                      |            |   | N12             | $F_{N12} = F_{N4} + F_{3f2}$               |                   |     |           |  |
| Încărcări în ipoteza A1                               | Stilpi de susținere cu cleme  |                                       |                                      |            | Stilpi de întindere sau terminali cu cleme și legături de întindere |                 |  |                   |     |           |  |
|   | cu eliberarea conductorului   |                                       | cu reținerea conductorului           |            | $F_{ap} = T_c$  |                 |  |                   |     |           |  |
|   | $F_a = 25d$   |                                       | $F_a = 0,65 T_c$<br>$F_p = 0,40 T_c$ |            |   |                 |  |                   |     |           |  |
| Verificarea — în ipoteza b de încărcare meteorologică |   |                                       |                                      |            |   |                 |  |                   |     |           |  |
| Condiții montaj                                       | Greutăți suplimentare considerate la montaj (muncitori, scule etc.) |                                       |                                      |            | U, kV   |                 | 110 ... 220                                |                   | 400 |           |  |
|   | g   |                                       |                                      |            | daN   |                 | 100  |                   | 250 |           |  |

Ipoteze și metode de calcul pentru stilpi LEA

Ipoteze și metode de calcul pentru stilpi LEA

|          |                       |  |   |
|----------|-----------------------|--|---|
| Fundatii | Conditii<br>montaj    | Ipoteze<br>montaj  | La stâlpii de susținere; montarea conductoarelor se face succesiv iar greutatea lor se consideră dublă la ridicarea pe stâlpi.<br>La stâlpii de întindere sau terminali: indiferent de numărul de conductoare, într-una din deschideri se consideră montate fie un circuit fără conductoarele de protecție, fie două conductoare de protecție fără conductoarele active |
|          | De greutate           | Se calculează la compresiune, smulgere sau răsturnare, fără împingerea laterală a pământului |   |
|          | Încăstrate<br>elastic | La răsturnare — prin metoda sovietică și la smulgere — prin metoda Müller Fröhlich.          |   |
|          |                       |  |   |

### Semnificatia simbolurilor

$H_s$  — înălțimea stîlpului deasupra solului, în m;

$k_s, k_c, k_t$  — coeficienți de influență a vitezei vîntului pe lungimea deschiderii (numai  $k$ ), a ecranării (numai la stâlpii cu zăbrele și la izolatoare), a formei aerodinamice a suprafeții bătute de vînt; valori:

|       |   |  |                 |
|-------|---|--|-----------------|
| $k$   | conductoare: 0,8; stâlpi cilindrici: 0,7; stâlpi cu fețe plane: 1   |  |                 |
| $k_s$ | stâlpi: circulari: 0,7; cu fețe plane pline: 1,4; cu zăbrele: 2,6; cu fețe plane cu elemente circulare: 1,1; spații cu elemente de secțiune orizontală circulară: 2 |  |                 |
| $k_c$ | conductoare cu chiciură: 1,2; fără chiciură $\varnothing > 20$ mm: 1,1; idem, $\varnothing \leq 10$ mm: 1,2   |  |                 |
| $k_t$ | Lanțuri izolatoare:   |  | Legături simple |
|       | capă — tijă, străpunșibile<br>tijă, neștrăpunșibile   |  | Legături duble  |
|       |   |  | 0,35<br>0,55    |
|       |   |  | 0,55<br>0,80    |

# Notă

$\alpha$  — coeficient de influență pe deschiderea conductorului: la vînt maxim 0,75; la vînt maxim cu chiciură 0,85;

$S$  — suprafața bătută de vînt, în  $m^2$ ;

$S_4$  — aria dreptunghiului (diametrul izolatorului  $\times$  lungimea lanțului sau înălțimea izolatorului suport), în  $m^2$ ;

$S_g$  — aria proiecției suprafeței plinurilor stîlpilor în plan normal pe direcția vîntului (la stîlpi cu zăbrele numai prima față), în  $m^2$ ;

$\varphi$  — unghiul dintre direcția vîntului în plan orizontal și axa liniei în  $^\circ$ ; La LEA  $\leq kV$  are valorile:  $90^\circ$  în zone protejate,  $70^\circ$  sau  $45^\circ$  în zone protejate prin obstacole sub, respectiv peste înălțimea la conductoare;

$d$  — diametrul de calcul al conductorului, în mm; în ipotezele fără chiciură  $d = d_0$ , iar în cele cu chiciură,  $d = d_0 + 2b$ ;

$d_c$  — diametrul conductorului, în mm;

$b$  — grosimea stratului de chiciură, în mm;

$\gamma_{ch}$  — greutatea specifică a chiciurii 0,75 daN/dm $^3$ ;

$l_d$  — lungimea deschiderii conductei, în mm;

$s_{mad}$  — secțiunea minimă admisibilă, în mm $^2$

$\sigma_{at}, \sigma_{at}, \sigma_{ac}, \sigma_{as}$  — rezistența admisibilă la încovoiere, întindere, compresiune, strivire în lungul fibrelor, în daN/cm $^2$ ;

$\sigma_{ac}, \sigma_{as1}$  — idem, compresiune, strivire normal pe fibre, în daN/cm $^2$ ;

$\tau_{at}, \tau_{a1}$  — idem la forfecare din încovoiere în lungul fibrelor, respectiv normal pe fibre, în daN/cm $^2$ ;

$\tau_a, \tau_a, \tau_{ax}, \tau_{ax}$  — idem la forfecare în planul fibrelor, respectiv longitudinală, transversală, la unghi de înclinare  $\alpha < 30^\circ$  sau  $\alpha \geq 30^\circ$ , în daN/cm $^2$ ;

— Forțele din ipotezele N și A (la stîlpi): *primul indice* — natura forței (1 — presiune vînt, 2 — greutate elemente LEA, cu acțiune verticală, 3 — tracțiune conductoare); *al doilea indice* — ipoteza de încărcare climatică; *al treilea indice* — direcția de acțiune a forței (1 — orizontală, pe direcția liniei sau perpendicular pe axa ei; 2 — orizontal, invers ca sus; 3 — la  $45^\circ$  de axa liniei sau bisectoarea unghiului liniei);

$F_a, F_p, F_{ap}$  — forțele în conductoarele active, de protecție, active și de protecție, în daN.



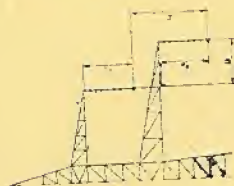


Fig. 16.1. Harta României cu zonele meteorologice pentru dimensionarea  $LEA \leq 1 \text{ kV}$ .



Fig. 16.2. Harta României cu zonele meteorologice pentru dimensionarea  $LEA > 1 \text{ kV}$ .

## 16.2.2. Condiții de execuție



$$d = k \sqrt{f_M + l_4 + 0,02 U} \text{ [m]}, \text{ unde:}$$

$f_M$  este săgeata maximă, în m;

$l_4$  — lungimea lantului de izolatoare (la montaj V sau izolatoare suport

$l_4 = 0$ ), în m;

$U$  — tensiunea nominală LEA, în V;

$k$  — coeficient de influență:

Așezarea conductoarelor

| Secțiune conductor, mm <sup>2</sup> |            |            | Așezare conductoare ( $\geq 35 \text{ kV} / = 35 \text{ kV}$ ) |                 |   |
|-------------------------------------|------------|------------|--|-----------------|---|
| Cu, Bz, OL                          | Al, Alcoro | OL-Al      | Orizontal, $k_h$   | Vertical, $k_v$ | Oricum, $k$                                     |
| 10 ÷ 16                             | 16 ÷ 150   | 16 ÷ 70    | 0,85/0,95  | 0,65/0,70       | $k = k_h + (k_v - k_h) \cdot b^2 / (a^2 + b^2)$ |
| 25 ÷ 35                             | $\geq 150$ | 95 ÷ 150   | 0,75/0,85  | 0,62/0,65       |   |
| 70 ÷ 95                             | —          | 185 ÷ 300  | 0,70/0,75  | 0,60/0,62       |   |
| 95                                  | —          | $\geq 300$ | 0,70/0,70  | 0,60/0,60       |   |

Distanțe minime

10.2.2. (continuare)

| Între:                                |          | Condiții<br>— ipoteze                               | La tensiune nominală rețea, kV |          |            |            |          |           |            |            |
|---------------------------------------|----------|---|--------------------------------|----------|------------|------------|----------|-----------|------------|------------|
|                                       |          |   | ≤ 1                            | 6        | 20         | 35         | 110      | 220       | 400        |            |
| conductoare<br>și teren<br>neocuit, m | faze, cm | părți sub tensiune și părți<br>legate la pământ, cm | c<br>d                         | —<br>—   | 25<br>10   | 25<br>10   | 30<br>15 | 90<br>40  | 180<br>60  | 290<br>100 |
|                                       |          | pe verticală  | zona I<br>zona II              | 50<br>50 | —<br>—     | —<br>—     | —<br>—   | —<br>—    | —<br>—     | —<br>—     |
|                                       |          | pe orizontală                                       | zona I<br>zona II              | 50<br>34 | —<br>—     | —<br>—     | —<br>—   | —<br>—    | —<br>—     | —<br>—     |
|                                       |          | încrucișări<br>pe stâlpi                            | c<br>d                         | —<br>—   | 30<br>20   | 40<br>20   | 50<br>30 | 135<br>60 | 250<br>110 | 350<br>180 |
|                                       |          | neaccidentat  | AT<br>GAT                      | 5<br>4   | 6<br>4,5   | 6<br>4,5   | 6<br>5   | 6<br>5    | 7<br>6     | 8<br>7     |
|                                       |          | accidentat  | AP<br>NAP                      | 4<br>1   | 4,5<br>2,5 | 4,5<br>2,5 | 5<br>3   | 5<br>3    | 6<br>4     | 7<br>5     |

Notă: 1. La altitudini peste 1000 m, plus 1% pentru fiecare 100 m. 2. S-au notat: AT, GAT — accesibil, respectiv greu accesibil transportului; AP, NAP — accesibile, respectiv neaccesibile pietonilor.

| Lungimi pentru transpuneri de faze,<br>km | U, kV      |  | Un ciclu complet | Două cicluri complete |
|---|------------|--|------------------|-----------------------|
|   | 110<br>220 |  | 100<br>150       | 250                   |



# 16.2.3. Cazuri speciale

| LEA se consideră față de: |     | Traversări, încrușări, treceri    |                                       |                                |          |             |              | Apropieri   |                               |
|---------------------------|-----|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------|-------------|--------------|---|-------------------------------|
|                           |     | Măsuri siguranță                  |                                       | $D_{me}, m$ , pentru $U$ , kV: |          | $D_{m0}, m$ |              | Măsuri siguranță  | Distanțe minime, m            |
|                           |     | $U \leq 1 \text{ kV}$             | $U > 1 \text{ kV}$                    | Condiții                       | $\leq 1$ | $3 \div 20$ | $3 \div 110$ |   |                               |
| 1                         |     | 2                                 | 3                                     | 4                              | 5        | 6           | 7            | 8   | 9                             |
| Căi ferate                | CFe | în cablu                          |                                       | $f_M$<br>RC                    | —        | 3           | 3            |   | $D \geq D_a$                  |
|                           | CFe | în cablu                          | SM, LDI sau LDIS<br>$0 \leq 30^\circ$ | $f_M$<br>RC                    | —        | 11,5<br>9,5 | 11,5<br>9,5  | $L_d \leq 0,8 L_c$  | $D < D_{ma}$                  |
|                           | CFe | SM<br>$0 \leq 30^\circ$           |                                       | $f_M$<br>RC                    | 7<br>—   | 7,5<br>6    | 7,5<br>6     | $U \leq 1 \text{ kV}$ — cu traversare;<br>$U > 1 \text{ kV}$ interzis | $D < D_{ma}$                  |
|                           | CFe | SM<br>$0 \leq 15^\circ$           | SM<br>$0 > 30^\circ$                  | $f_M$<br>RC                    | 6<br>—   | 6,5<br>5,5  | 7<br>6,5     | $H_s + 3 \text{ m}$ , Cu aviz MTTc 6 mm cu<br>SIA sau ST 110kV        | $D < D_{ma}$                  |
|                           | CF  | la porți gabarit, stații, depouri |                                       | $f_M, d_M$<br>—                | —        | 3           | 3            | —   | $D < D_a - \text{acord MTTc}$ |

Discrimination categories:

| 16.2.3. (continuară) |                  |   |             |        |          |          |  |           |                    |                    |
|----------------------|------------------|---|-------------|--------|----------|----------|--|-----------|--------------------|--------------------|
| 1                    | 2                | 3   | 4           | 5      | 6        | 7        | 8  | 9         | 10                 | 11                 |
| I                    | v. CFI           | v. CFI                                      | $f_M$<br>RC | 6      | 7<br>5,5 | 7<br>5,5 | Conform regulamentului circulației în vigoare,<br>dar minim 0,25 | 19<br>(6) | —                  | $D \geq D_a$       |
| II                   | v. CFI           | v. CPE                                      | $f_M$<br>EC | 6<br>— | 7<br>5,5 | 7<br>5,5 |  | 16<br>(5) | $L_a \leq 0,8 L_c$ | $d \approx D_{ma}$ |
| III                  | v. CFI           | NIM, fă-<br>ră mări                         | $f_M$<br>RC | 6      | 7        | 7        |  | 14<br>(4) | Ca tra-<br>versare | $d < D_{ma}$       |
| I                    | v. CFI           | v. CPE                                      | $f_M$<br>RC | 6<br>— | 7<br>5,5 | 7<br>5,5 |  | —         | —                  | $D \geq D_a$       |
| II                   | v. CFI           | v. CFI                                      | $f_M$<br>RC | 6<br>— | 7<br>5,5 | 7<br>5,5 | Conform regulamentului circulației în vigoare,<br>dar minim 0,25 | Neformat  |                    | $d < D_{ma}$       |
| III                  | v. CFI           | v. CPE;<br>LEA-LI<br>$\theta \leq 30^\circ$ | $f_M$<br>RC | 6      | 7        | 7        |  | Neformat  |                    | $d > D_{ma}$       |
| Toate                | La porți gabarit |   | $f_M, d_M$  | —      | 2        | 3        | 1  | —         | Neformat           |                    |

| 1                   | 2               | 3  | 4   | 5                     | 6                         | 7                       | 8                     | 9  | 10  | 11              |
|---------------------|-----------------|--|---|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--|---|-----------------|
| Alte LEA cu:        |                 | LEA cu $U$ mai mare, deasupra; NIM la LEA care traversează. Interzis înădirea în deschiderea de traversare | $b \leq 30$ m<br>$b \leq 50$ m<br>$b \leq 70$ m<br>$b \leq 100$<br>$b \leq 120$ | —<br>—<br>—<br>—<br>— | 2<br>2,5<br>2,5<br>—<br>— | 3<br>3<br>4<br>4,5<br>5 | —<br>—<br>—<br>—<br>— | 3; 5; 7; 10; 2,5; 3; 4; 5<br>corespunzătoare tensiunilor | Între axele LEA $D \geq D_a \rightarrow U \approx 220$ kV<br>$D \geq 100$ m $\rightarrow U = 400$ kV.<br>Obligat, între extreme, pe orizontală, $D_m$ :<br>$U > 1$ kV $3-5-10-15$ m<br>$U \leq 1$ kV $2-3-5-7$ m<br>Măsură contra influenței electromagnetice asupra LEA peste 1 kV |                 |
|                     | $U < 1$ kV      |  | $d_2 \leq 40$ m<br>RN<br>RC   | 0,5<br>0,5            | 2<br>1                    | 3<br>11                 | 1,5<br>1,5            |  | $D \geq D_a$  |                 |
|                     | $U < 1$ kV      | LEA cu $U$ mai mare deasupra + SM + (cînd $U > 1$ kV) LDI sau LDIS   | $d_2 \leq 40$ m<br>RN<br>RC   | 0,5<br>0,5            | 2,5<br>1                  | 4<br>1                  | 1,5<br>1,5            |  | $L_d \leq 0,8 L_e$<br>$d \geq D_{ma}$<br>$d < D_a$  |                 |
| Transport suspendat | Funi-<br>culare | Se evită. Obligat:<br>— normal, LEA sus;<br>— SM + LDI sau LDIS<br>— excepțional LEA jos cu protecție      | $f_m$<br>RC   | 1,5<br>—              | 3<br>1                    | 4<br>1                  | $H_s$                 | $H_s + 3$<br>(R)   | —   | $d \leq D_{ma}$ |
| Tele-<br>feric      |                 |  |   |                       |                           |                         |                       |  | v. tra-<br>versări  | $d \leq D_{ma}$ |



|   |                        | 1  | 2   | 3                 | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                                     | 9                           | 10                                       | 11  |
|---|------------------------|--|---|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|---|
| Conducte supratereane                                       | FI                     | SM + LP<br>conductă                              | SM + LDI<br>sau LDIS<br>+ LP con-<br>ductă  | $f_M$<br>RC<br>RN | —<br>—<br>3      | —<br>—<br>—      | 3,5<br>1<br>—    | 4<br>1<br>—      | $H_s$<br>Obligat,<br>→ 5m cu<br>acord | $H_s + 3$                   | $L_d \leq 0,8 L_c$<br>v. tra-<br>versare | $D \geq D_a$<br>$d \geq D_{ma}$<br>$d < D_{ma}$                           |
|   | GC, PC                 | M  | Se interzic. Obligat. se admit cu acordul organizației<br>administrative și al MAI-CP |                   |                  |                  |                  |                  |                                       |                             |  |   |
|   | D                      | v. FI  | v. FI   | $F_M, RC$<br>RN   | —                | —                | —                | v. FI<br>v. FI   | —                                     | —                           | $L_d \leq 0,8 L_c$<br>SM +<br>LDI        | $D \geq D$<br>$d \geq D_{ma1}$<br>$D_{ma} < d$<br>$< D_{ma2}$             |
|   | FI<br>FC<br>CG<br>MTTo | —<br>—<br>—<br>—                                 | —<br>—<br>—<br>—  | —<br>—<br>—<br>—  | —<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>— | 0,2<br>0,2<br>0,2<br>0,2              | 2<br>5(2)<br>$H_s(R)$<br>Ac | Interzis                                 | $d < D_{ma2}$<br>v. $D_{ma}$<br>v. $D_{ma}$<br>v. $D_{ma}$<br>v. $D_{ma}$ |
| Armăturile metalice supratereane — v. conducte supratereane |                        |  |   |                   |                  |                  |                  |                  |                                       |                             |  |   |
| DICE  | DDC<br>RL, DE          | Traversările interzise<br>Traversările interzise |   |                   |                  |                  |                  |                  |                                       | —<br>—                      | —  | $H_s + 3$<br>$1,5 H_s \geq$<br>$\geq 20$                                  |
|   | IEPG                   | Traversările interzise                           |   |                   |                  |                  |                  |                  |                                       | —                           | —  | $1,5 H_s$   |

| 1                                      | 2               | 3  | 4        | 5          | 6                            | 7      | 8         | 9      | 10       | 11           |
|--|-----------------|--|----------|------------|------------------------------|--------|-----------|--------|----------|--------------|
| Zone cu circulație frecventă           | —               | $L_d = 0,8 L_{dc}$<br>LDIS + $s_{cm}$<br>SMI + LDI | IS<br>LI | —<br>—     | 7<br>7                       | 7<br>7 | —<br>—    | —<br>— | —<br>—   | —<br>—       |
|  | SM              | $L_d = 0,8 L_{dc}$<br>NIM + $s_{cm}$               | IS       | 6<br>1,5   | 6<br>3                       | 6<br>3 | —<br>—    | —<br>— | —<br>—   | —<br>—       |
| Culturi pe șpalier, îngrădiri metalice |                 | SM + NIM<br>SM + NIM                               | H        | —<br>—     | 6<br>1                       | 6<br>3 | —<br>—    | —<br>— | —<br>—   | —<br>—       |
|  |                 |  |          |            |                              |        |           |        |          |              |
| Clădiri                                | C, D, E<br>A, B | Traversările interzise                             |          |            |                              |        |           |        |          |              |
|  |                 | SM   | $f_M$    | $c$<br>$a$ | Fig. 16.3                    |        | Fig. 16.3 |        | —        | $d \geq D_a$ |
|  |                 |  | RC       | $c$<br>$a$ | Interzis pentru $U > 110$ kV |        | —         |        | Interzis | $d < D_a$    |
|  | Nelocuite       | —  | $f_M$    | 3          | 3                            |        | —         | —      | —        | —            |

| 1   | 2  | 3                                    | 4   | 5   | 6   | 7   | 8          | 9                          | 10                              | 11  |
|---|--|--------------------------------------|---|---|---|---|------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| Poduri  | SM                                       | V, CF +<br>drumuri<br>circulate      | $f_M$<br>$d_M$                            | $\frac{6}{2}$<br>$\frac{6}{2}$            | $\frac{7}{3}$<br>$\frac{7}{3}$            | $\frac{7}{3}$<br>$\frac{7}{3}$            | $-$<br>$-$ | $-$<br>$-$                 | $-$<br>$-$                      | $d \geq D_a$  |
|   |  |                                      |   |   |   |   |            |                            |                                 | Interzis  |
| (Pentru $U = 1\text{ kV}$ se dă $D_{mo}$ față de: c.f. sau partea carosabilă/orice alt element al construcției) |  |                                      |   |   |   |   |            |                            |                                 |   |
| Diguri circulate  | $-$                                      | Ca la poduri                         | $f_M$<br>$d_M$                            | $\frac{6}{2}$<br>$\frac{6}{2}$            | $\frac{6}{3}$<br>$\frac{6}{3}$            | $\frac{6}{3}$<br>$\frac{6}{3}$            | $-$<br>$-$ | $-$<br>$-$                 | $-$<br>$-$                      | Notă: trecerile nu trebuie să fie în afara limitelor de gabarit c.f. sau zonelor circulaibile |
|   |  |                                      |   |   |   |   |            |                            |                                 |   |
| Ape, cursuri de apă   | $ZL$<br>Rets                             | $-$<br>$-$                           | $f_M$<br>$f_M$                            | $-$<br>$-$                                | $\frac{7}{3}$<br>$\frac{7}{3}$            | $\frac{7}{5}$<br>$\frac{7}{5}$            | $-$<br>$-$ | $-$<br>$-$                 | $-$<br>$-$                      | $-$<br>$-$  |
|   |  |                                      |   |   |   |   |            |                            |                                 |   |
| Ape, cursuri de apă   | navigabile<br>m<br>f<br>rti<br>rti<br>la | Normal<br>se evită<br>Obligat,<br>SM | $f_M$<br>$f_M$<br>$f_M$<br>$f_M$<br>$f_w$ | $G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$ | $G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$ | $G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$<br>$G+1$ | Nenormat   | 25<br>20<br>15<br>10<br>20 | $-$<br>$-$<br>$-$<br>$-$<br>$-$ | 25<br>20<br>15<br>10<br>20  |
|   |  |                                      |   |   |   |   |            |                            |                                 |   |



| 1                                  | 2                    | 3  | 4                                | 5                        | 6                               | 7                       | 8                     | 9                             | 10   | 11 |
|------------------------------------|----------------------|--|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|----|
| Linii de<br>aeriene<br>(fig. 16.4) | LEA sus<br>+ IC + IL | LEA sus<br>$\theta \geq 30^\circ$<br>IL + DG   | $\frac{n}{i/n}$<br>$\frac{c}{i}$ | 1,25<br>0,6<br>0,05<br>— | —<br>—<br>—<br>3,5<br>2+<br>0,8 | —<br>—<br>—<br>5<br>3+1 | —<br>—<br>2<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>$a=3$<br>$b=c$ | Numai la $U < 1 \text{ kV}$ ,<br>la distanțele calculate<br>pentru eliminarea in-<br>fluențelor LTE; contrar,<br>măsurii STAS 832-79 |    |
|                                    | subterane            |  | $g+t$                            | —                        | 2                               | 2/20                    | —                     | 20                            |  |    |
| Linii tramvai și<br>troleibuz      | subterane            | MIM  | NIM                              | —                        | —                               | —                       | —                     | —                             | —  | —  |
|                                    | Tramvai              | Numai când nu este po-<br>sibil în cablu subteran<br>NIM + SM. Interzis<br>în zone dens clădite<br>sau intens circulate  |                                  | Cond.<br>Șină            | 2<br>2                          | 3<br>10                 | 2<br>—                | 3<br>—                        | —  | —  |
|                                    | Troleibuz            |  |                                  | Cond.<br>Cale            | 3<br>9                          | 4<br>10                 | 2<br>—                | 3<br>—                        | —  | —  |
|                                    | Cablu purtător       |  |                                  | —                        | 2                               | 3                       | —                     | —                             | —  | —  |
| Cabluri subterane                  |                      | LEA $\leq 1 \text{ kV}$ (între fundația stîlpului și cabluri) — $D_m = 0,5 \text{ m}$<br>LEA $> 1 \text{ kV}$ (între protecția pe orizontală a conductorului extrem<br>și cabluri): cu neutrul izolat — $D_m = 1 \text{ m}$ ; cu neutrul legat la pământ — $D_m = 5 \text{ m}$ |                                  |                          |                                 |                         |                       |                               |  |    |
| Aeropot                            |                      | Traversările interzise   |                                  |                          |                                 |                         |                       |                               |  |    |

| 1   | 2  | 3  | 4  | 5                          | 6                          | 8                          | 9                          | 10                         | 11                         |
|---|--|--|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Stații Te-IF<br>Terenuri sport                      | / Traversările interzise<br>Traversările interzise   |  |  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Stâlpi co-<br>muni pen-<br>tru LEA                  | Admis pentru $U_M$<br>20 kV, LEA cu<br>$U$ mai mare sus +<br>$LDIS + \sigma_{ad} = 0,4 \sigma_r$   | 2 m la $L_d < 40$ m<br>2,5 m la $L_d \geq 40$ m  | —  | —                          | —                          | —                          | —                          | —                          | —                          |
| Brânșamente   | Tramvai  | Conductoare Al minim<br>16 mm <sup>2</sup> , izolate minim<br>1 kV, rezistente la in-<br>temperii sau cablu au-<br>topurtat Al, minim<br>2 x 10 mm <sup>2</sup> , fără înmă-<br>diri, stâlpi intermediari<br>la 25, respectiv 20 m | V, cazurile corespu-<br>nzătoare de mai sus<br>pentru tensiuni sub<br>1 kV | 2<br>3<br>6<br>4<br>5<br>5 | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>— |
|   | V. cazurile corespunzătoare pentru tensiuni sub 1 kV   |  |  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|   | Notă: 1. IMPORTANT — pentru evitarea confuziilor în citirea tabelului, se precizează că coloanele 2 + 3, res-<br>pectiv 10 + 11 se citesc direct față de coloana 1.  |  |  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|   | 2. Simbolizări și prescurtări utilizate: $D_{mv}$ — distanța minimă de traversare verticală (între conductorul<br>inferior al LEA care tranversează și elementele traversate); $D_{\theta\theta}$ — idem, orizontală (între elementele extreme ale<br>LEA și elementele traversate); $D$ — distanța între axul LEA și elementul de apropiere considerat; $D_a$ — distanța<br>de apropiere cu următoarele valori: |  |  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|   | Față de elementul traversat:   |  |  |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Căi ferate; conducte fluide și gaze<br>combustibile |  |  | $U < 1$ kV   |                            | $U \leq 20$ kV             |                            | $U \leq 110$ kV            |                            | $U = 220$ kV               |
| Drumuri; fluide necombustibile                      |  |  | $H_s + 3$<br>$H_s$   |                            | $H_s + 3$<br>$H_s + 3$     |                            | $H_s + 3$<br>$H_s + 3$     |                            | $H_s + 3$<br>$H_s + 3$     |

| Față de elementul traversat:  |  | $U < 1 \text{ kV}$  | $U \leq 20 \text{ kV}$ | $U \leq 110 \text{ kV}$ | $U = 220 \text{ kV}$ |
|---|--|---|------------------------|-------------------------|----------------------|
| LEA normale<br>LEA obligate ( $U = 1 \text{ kV}/U > 1 \text{ kV}$ )<br>Funiculare, teleferice<br>Clădiri locuite/nelocuite<br>Poduri, baraje, diguri          |  | —   | $H_s + 3$              | $H_s + 3$               | $H_s + 3$            |
|   |  | —   | $\frac{3}{2}$          | $\frac{5}{3}$           | $\frac{10}{5}$       |
|   |  | $H_s + 5$   | $H_s + 10$             | $H_s + 10$              | $H_s + 10$           |
|   |  | Fig. 16.3   | $\frac{3}{3}$          | $\frac{4}{3}$           | $\frac{5}{4}$        |
|   |  | 2   | 5                      | 5                       | 6                    |
| $D_{ms}$ — distanța minimă de apropiere; valori:  |  |   |                        |                         |                      |
| Față de elementele traversate:  |  | $U < 1 \text{ kV}$  | $U < 20 \text{ kV}$    | $U < 110 \text{ kV}$    | $U = 220 \text{ kV}$ |
| Căi ferate  |  | $l_c + f_M + 1$   | 7,5                    | 7,5                     | 8,5                  |
| Drumuri   |  | $l_c + 3$   | 5                      | 5                       | 6                    |
| Funiculare  |  | $l_c + f_M + 5$   | 12                     | 12                      | 13                   |
| Fluide necombustibile   |  | $l_c + f_M$   | 5                      | 5                       | 6                    |
| Fluide și gaze combustibile   |  | $l_c + f_M + 5$   | 15/5                   | 15/5                    | 16/6                 |
| $d$ — distanța conductorului activ al LEA la devierea maximă față de cel mai apropiat element;<br>SM — măsuri de siguranță mărită, conform tabelului următor: |  |   |                        |                         |                      |
| Elementele liniei   | Măsuri pentru LEA echipată cu:   |   |                        |                         |                      |
|   | izolatoare suport  | lanțuri de izolatoare   |                        |                         |                      |
| Stâlpi  | de închidere   | de susținere întăriți   |                        |                         |                      |
| Conductoare   | Secțiuni minime: 35 mm <sup>2</sup> — OL-Al, OL-Alcoro, Alcoro; 25 mm <sup>2</sup> — OL, Cu și aliaje Cu, înădări interzise. |   |                        |                         |                      |
| Clame și armături   | Legături de susținere cu reținere conductor  | Clame de susținere cu reținere conductor.<br>Armături de protecție contra arcului la lanțuri de izolatoare cu $U = 35 \text{ kV}$ . |                        |                         |                      |
| Deschideri  | Deschiderile reale la vînt și sardini verticale vor fi sub 80% din cele de calcul.   |   |                        |                         |                      |



NIM — mărirea nivelului de izolație a LEA, conform tabelului;

| Tip izolatoare | Nivel de izolație       | Nr. — $U_n$ izolator pentru LEA de: |                        |                            |                 |                |
|----------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|
|                |                         | 6 — kV                              | 10 kV                  | 20 kV                      | 35 kV           | 110 kV         |
| suport         | normal<br>mărit         | 1—6/1—10<br>1—10/1—20               | 1—10/1—20<br>1—20/1—35 | 1—20                       | 1—35<br>1—35+LD | —<br>—         |
| suspensie      | capăt—ijă               | —                                   | —                      | + 1 față de lanț susținere |                 |                |
|                | normal<br>mărit         | —                                   | —                      | + 1—35                     | + 1—35          | + 10% $\geq 2$ |
|                | tijă<br>normal<br>mărit | —<br>—                              | —<br>—                 | —<br>—                     | —<br>—          | LIS+1<br>+2    |

$\emptyset$  — unghi de traversare;

LDI — lanțuri duble de izolatoare;

LDIS — legături duble a conductoarelor de izolatoare suport;

LI — lanțuri de izolatoare;

LP — legare la pământ;

PM — protecție mecanică;

CF, CFe, CFe, CFP, CFI — câi ferate, respectiv: de toate categoriile, electrificate, electrificabile, neelectrificate, cu trafic permanent, idem intermitent;

FI — fluide incombustibile;

GC, FC — M, D — gaze, fluide combustibile — magistrală, distribuție;

DICE — depozite și instalații cu substanțe combustibile sau explozibile;

DDC, RL, DE, IEPG — depozite deschise cu substanțe combustibile solide, rezervoare de lichide combustibile, depozit cu substanțe gazoase combustibile sau cu pericol de explozie, instalații de extracție petrol și gaze naturale;

$f_M, d_M$  — săgeata, respectiv devierea maximă;

RC — ruperea unui conductor în deschiderea vecină;

RN — regim normal;

$h$  — distanța verticală dintre conductorul inferior al LEA care traversează și cel inferior al LEA traversate;

$H_s$  — înălțimea deasupra solului a celui mai înalt stîlp din zona de apropiere sau traversare considerată;

Ac — acordul părților interesate;

(R) — se poate reduce cu acordul părților;

$L_d, L_c$  — lungimea deschiderii: reală, respectiv de calcul;

(2) — exemplu: admis în cazuri obligate, cu acord special;

$n$  — pe stîlp comun sau în deschidere cu conductoare neizolate;

$i/n$  — pe stîlp comun cu conductoarele LEA izolate sau în deschiderea cu conductoarele unela din linii izolate;

$i$  — ambele linii cu conductoare izolate.

$d_s$  — distanța de la axul stîlpului liniei care traversează pînă la punctul de încrucișare.

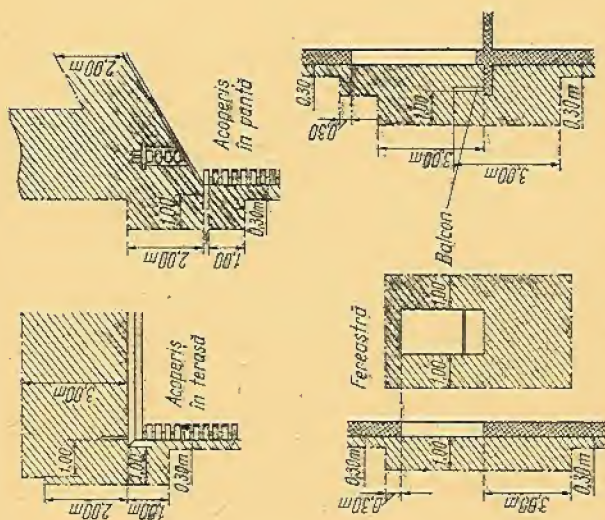


Fig. 16.3. Traversări și apropieri de LEA  $\leq 1$  kV față de clădiri.

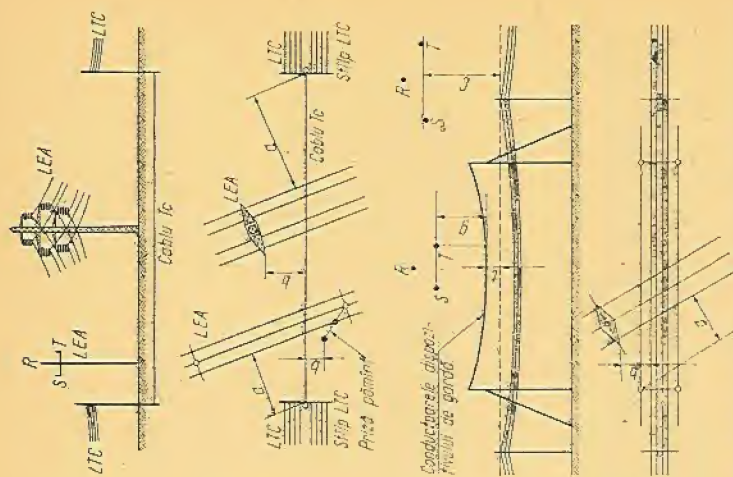


Fig. 16.4. Traversări de LTC de către LEA.



## 16.3. Rețele cu cabluri electrice

### 16.3.1. Alegerea cablurilor

#### a. Criterii generale:

— Dacă au lungimi singulare de peste 10 m sau lungimi însumate de peste 20% din lungimea tronsonului, porțiunile de traseu cu cele mai grele condiții hotărăsc; excepție, când lungimea de fabricație a cablurilor corespunde porțiunilor de traseu;

— De regulă se utilizează cabluri nearmate, dacă sînt omologate pentru mediul și locul de pozare respectiv (chiar în pămînt și medii cu pericol de explozie); cablurile armate se utilizează în locuri în care cablurile nearmate nu rezistă loviturilor mecanice (dacă nu se pot lua alte măsuri mai avantajoase economic) sau cînd nu se livrează decît astfel;

— Învelișul exterior va fi rezistent la mediul de pozare; în mod special, din punct de vedere al evitării pericolului de incendiu, se vor utiliza:

- Cabluri fără întîrziere la propagarea flăcării — de tipurile (A) CHPAbI, 1, 6, 10 kV; CSHP (Ab), I, CCHP (Ab) I — la pozarea în pămînt sau apă, excepțional în interiorul construcțiilor dar cu tratarea corespunzătoare a învelișului exterior (deiutare, ignifugare, acoperire cu nisip în canale etc.);

- Cabluri cu întîrziere la propagarea flăcării — de tipurile (A) CYAnbY, (A)CYPY, (A)CYPAbY, ACHPAb — 1 kV; (A)CYHSY, (A)CYHSAbY, ACHPAb — 6 kV; (A)CYSEY, (A)CYSEAbY-10 kV; CSY(Ab)Y, CSYE(Ab)Y, CSHP(Ab), CCHP(Ab) — la pozarea în interiorul construcțiilor (în cazul cînd acestea sînt speciale pentru cabluri se vor realiza separări transversale);

- Cabluri cu întîrziere mărită la propagarea flăcării — de tipurile (A) CYY-F, (A) CYYAb-F — 1 kV; CSYY (Ab) — F, CSYE (Ab) Y-F — se pozează de regulă în interiorul construcțiilor amenajate special pentru cabluri;

— izolația va fi corespunzătoare tensiunii nominale și mediului de pozare;

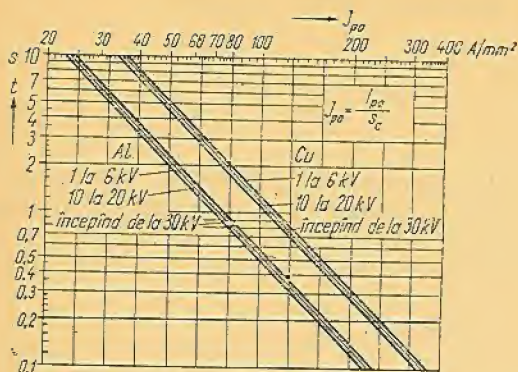


Fig. 16.5. Diagramă pentru verificarea secțiunii cablurilor la stabilitate termică.

#### b. Alegerea secțiunii :

— pentru cablurile de JT — v. §§ 11.3.1, 11.3.2, 12.3.1, 12.3.2;

— pentru cablurile de MT:

- se alege secțiunea pentru care  $I_c = I_{ad}$ , unde  $I_c$  se determină prin metodele din § 9.4, 11.3, 12.3;

- secțiunea aleasă se verifică la stabilitate termică în regim de scurtcircuit, utilizînd diagramele din fig. 16.5, și la secțiunea economică de curent, conform prevederilor § 16.1.3, alegîndu-se secțiunea cea mai mare.

### 16.3.2. Condiții de instalare

#### a. Condiții generale :

- Traseul să fie coordonat cu restul rețelelor, ținînd seama de extinderile posibile; cel mai scurt posibil tehnico-economic; în afara zonelor care ar periclita integritatea sau buna funcționare a cablului prin lovire, coroziune, supraîncălzire, curenți vagabonzi etc. (cînd nu-i posibil, se iau măsuri corespunzătoare de protecție);

- În stațiile electrice cablurile aferente fiecărui trafa sau serviciile proprii care se rezervează reciproc vor forma

grupe separate antifoc 1,5 h (prin plăci din asbociment, bazalt, ciment etc.);

• Pe același traseu, cablurile cu înveliș exterior din PVC și cele armate se pozează pe rastele diferite; când nu-i posibil, separare antifoc sau distanțe minime;

• Cablurile de energie de tensiuni diferite sau cele de comandă și control și cele de energie vor avea trasee diferite; când nu-i posibil se vor respecta ordinea de așezare, distanțele minime și separările antifoc;

• Temperatura mediului în care se desfășoară cablul nu trebuie să coboare în 24 ore sub valorile:

| $\theta$ °C | 0         | +5         | +4       | -7       | -20      |
|-------------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| Izolația    | Hîrtie    | Hîrtie     | PVC      | Cauciuc  | Cauciuc  |
| Mantaua     | Pb, Al    | Nenormat   | Nenormat | Nenormat | Pb       |
| Tensiune    | sub 10 kV | 15 ÷ 35 kV | Nenormat | Nenormat | Nenormat |

• Razele minime de curbură  $R_c$  și îndoire  $R_i$  în diametre exterioare, la manevrarea și pozarea cablului, când lipsesc datele furnizorului:

| Cabluri | de energie, cu izolație de: |    |    |    |         |     | de comandă și control<br>cu izolație de: |         |         |  |
|---------|-----------------------------|----|----|----|---------|-----|--|---------|---------|--|
|         | hîrtie și manta de:         |    |    |    |         |     | hîrtie<br>PVC                            | cauciuc |         |  |
|         | plumb                       |    |    |    |         |     |  | armat   | nearnat |  |
|         | aluminiiu                   |    |    |    |         |     |  |         |         |  |
|         | 1c                          | nc | 1c | nc | Cauciuc | PVC |  |         |         |  |
| $R_c$   | 25                          | 15 | 30 | 25 | 10      | 15  | 15                                       | 10      | 6       |  |
| $R_4$   | 15                          | 15 | 15 | 15 | 13      | 15  | 15                                       | 13      | 13      |  |



• Diferențele de nivel maxim admise  $\Delta H_M$  la pozarea verticală sau înclinată a cablurilor cu izolație impregnată:

| $\Delta H, m$  | Destinația cablurilor | de energie, $U[kV]$ : |             |              |              | de comandă, control |          |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|----------|
|                |                       | $\leq 1$              | $6 \div 10$ | $15 \div 20$ | $20 \div 35$ | armate              | nearmate |
| $L \leq 500 m$ |                       | 20                    | 15          | 10           | 5            | 25                  | 20       |
| $L > 500 m$    |                       | 20                    | 15          | 15           | 10           | 25                  | 20       |

• Trecurile prin fundații, pereți și planșee sau traversarea drumurilor și căilor ferate se protejează prin țevi sau tuburi din material corespunzător (v. § 2.5.1.3) cu  $\varnothing \geq 1,5 \varnothing c. ex.$ ;

• Se recomandă ca un traseu nou să nu aibă peste 6 manșoane; materialul manșoanelor:

| Tensiune, kV  | $\leq 1$  |         | $1 \div 10$             | $3 \div 20$            | 35                 |
|---------------|-----------|---------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Manta         | Pb, Al    |         | PVC                     | Pb, Al                 | Pb, Al             |
| Mod de pozare | pământ Pb | rest Pb | indiferent rășini epoxi | indiferent Pb, Cu, Alm | indiferent Cu, Alm |
| Material      |           |         |                         |                        |                    |

b. *Distante minime*: v. fig. 16.6; 16.7 cu precizările:

• Pentru  $U = 110 kV$ , v. indicații furnizor;

• Fig. 16.6 — între punctele de rezemare în lungul traseului (cablu armat/nearmat) maximum: orizontal 800/500 mm, vertical 1 500/1 000 mm; la pozarea verticală, minimum 250 mm între grupele de cabluri de tipuri sau tensiuni diferite;

• Fig. 16.6, d, e când  $H$  și  $L$  nu pot fi respectate, se pune placă de protecție mai lungă în părți cu cîte 500 mm;

● Fig. 6.18 — intersecția cu drumuri și c.f. sub unghiuri de minim 75° și la minim 10 m de macazuri; valori minime ale cotelor date prin litere:

| 1. Cota-litera  |  | L2  |  | H1, U-kV |  | H2  |  | H3   |  | H4   |  |      |  |     |  |      |  |      |  |      |  |     |  |
|-----------------|--|-----|--|----------|--|-----|--|------|--|------|--|------|--|-----|--|------|--|------|--|------|--|-----|--|
| 2. Specificație |  | h1  |  | h2       |  | <10 |  | 10   |  | CFN  |  | CFE  |  | A,C |  | FC,T |  | P    |  | E    |  | N   |  |
| 3. Valoarea, mm |  | 500 |  | 600      |  | 700 |  | 1000 |  | 2000 |  | 3000 |  | 250 |  | 500  |  | 2000 |  | 1000 |  | 500 |  |

| L1 |      | L3  |      |      | L4   |      |      |      |      |      |       |       |
|----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1  |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
| 2  | T/1  | T/2 | FC   | G/1  | G2   | G/3  | G/4  | CFNu | CFEu | CFNt | CFEtp | CFEtn |
| 3  | 1500 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 | 1000 | 1500 | 1500 | 3000 | 3000  | 10 m  |

*Semnificația simbolurilor:* CFN — c.f. neelectrificată; CFNu — idem, uzinală sau urbană; CFNt — idem, a MTtC; CFE — c.f. electrificată; CFEu — idem, uzinală, cu protecția cablului; CFEtp — idem, MTtC, cu protecția cablurilor; CFEtn — idem, fără protecția cablurilor; LEAU, LEAe — linie electrică aeriană uzinală, a MEE;  $h1 \leq 1,5$  m,  $h2 > 1,5$  m — adâncimea conductei; A, C — apă, canal; FC — fluide combustibile; T/1 — T/2 — conducte termice neizolate; P — în locuri expuse deteriorărilor mecanice sau circulației persoanelor neautorizate; E — în locuri accesibile numai personalului autorizat; N — în locuri fără pericol de deteriorare și fără circulație; G/1 — cablu neprotejat, conductă de gaze; G/2 — cablu protejat, conductă gaze de presiune joasă și intermediară; G/3 — idem, de presiune redusă; G/4 — idem, de presiune medie.

|   |      |      |
|---|------|------|
| 1 | L5   |      |
| 2 | LEAu | LEAe |
| 3 | 1000 | 10 m |

*Semnificația simbolurilor:* CFN — c.f. neelectrificată; CFNu — idem, uzinală sau urbană; CFNt — idem, a MTTC; CFE — c.f. electricată; CFNu — idem, uzinală, cu protecția cablului; CFEtp — idem, MTTC, cu protecția cablurilor; CFEtn — idem, fără protecția cablurilor; LEAu, LEAe — linii electrice aeriană uzinală, a MEE;  $k1 \leq 1,5$  m,  $k2 > 1,5$  m — adâncimea conductei; A,C — apă, canal; FC — fluide combustibile; T/1, T/2 — conducte termice neizolate; P — în locuri expuse deteriorărilor mecanice sau circulației persoanelor neautorizate; E — în locuri accesibile numai personalului autorizat; N — în locuri fără pericol de deteriorare și fără circulație; G/1 — cablu neprotejat, conductă de gaze; G/2 — cablu protejat, conductă gaze de presiune joasă și intermediară; G/3 — idem, de presiune redusă; G/4 — idem, de presiune medie.

### c. *Moduri de pozare:*

- În exteriorul clădirilor, de regulă *aerian* (pe construcții cu alte destinații, eventual pe estacade sau cabluri de oțel proprii — fig. 16.8)) sau *în pământ* (direct sau în țevi sau blocuri de protecție) funcție de situație (cînd este obligată) și avantaje tehnico-economice (cînd sînt mai multe posibilități — fig. 16.9;

- Excepțional, *în canale subterane* (în stații exterioare cu număr mare de cabluri sau cînd construcția impune — exemplu: cheiuri și platforme în șantiere navale) sau în *tuneluri* (pe porțiuni scurte în industrie, unde nu-i posibil alt mod de pozare); v. fig. 16.10 și 16.11;

- În interiorul clădirilor, de regulă *aerian* (pe construcția halelor sau utilajelor), asigurîndu-se exploatarea rețelei și utilizarea macaralelor sau, cînd nu-i posibil, în tub de protecție îngropat în pardoseală sau fundația utilajelor; excepțional în canale (în zone fără pericolul scurgerii lichidelor nocive sau metalului topit); v. fig. 16.12...6.14

- În stații electrice și încăperi de categoria EE, de regulă în spațiile libere din spatele tablourilor sau celulelor sau în canale, funcție de situație și avantaje tehnico-economice; excepțional în subsoluri sau etaje tehnice, în cazul fluxurilor mari de cabluri, dar cu aprobarea forurilor tutelare.

#### 16.3.3. *Măsuri speciale de protecție contra incendiului în gospodăriile de cabluri*

În construcțiile pentru cabluri (poduri, subsoluri, tuneluri și puțuri) se iau următoarele măsuri împotriva incendiilor:

- Subsolurile de peste 2000 m<sup>2</sup> vor avea accese suplimentare;

- Construcțiile pentru cabluri (v. sus) se separă de încăperile adiacente prin elemente incombustibile rezistente la foc (3 h — pereți, 1,5 h — planșee și uși); puțurile și ușile vor avea la capete închideri rezistente la foc 1,5 h; ușile se vor deschide în sensul de evacuare și vor avea broască sistem yale;

- Construcțiile de cabluri circulabile vor avea accese astfel dispuse încît să nu fie mai depărtate de 50 m de orice



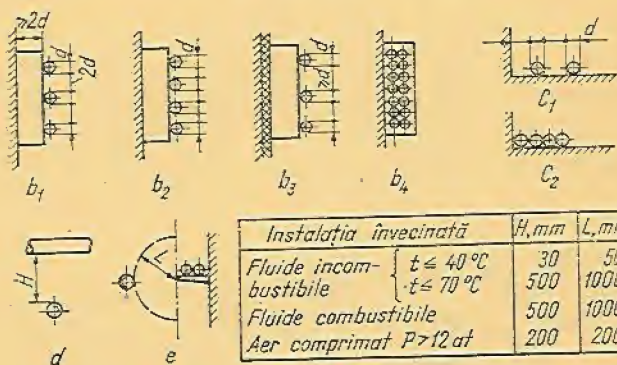
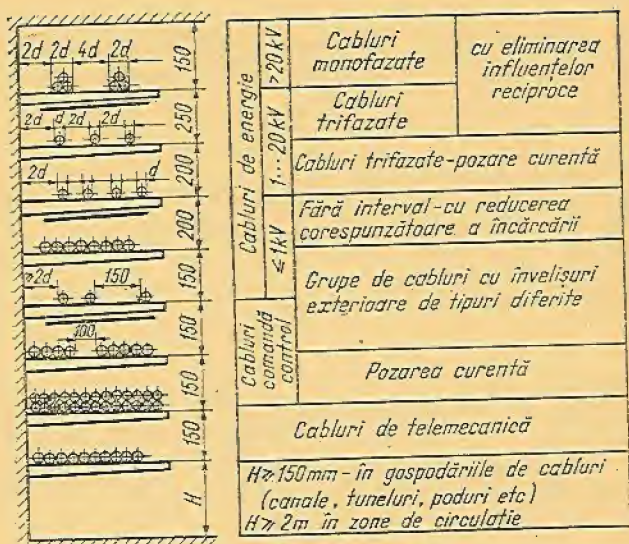


Fig. 16.6. Distanțe minime la pozarea cablurilor în aer.

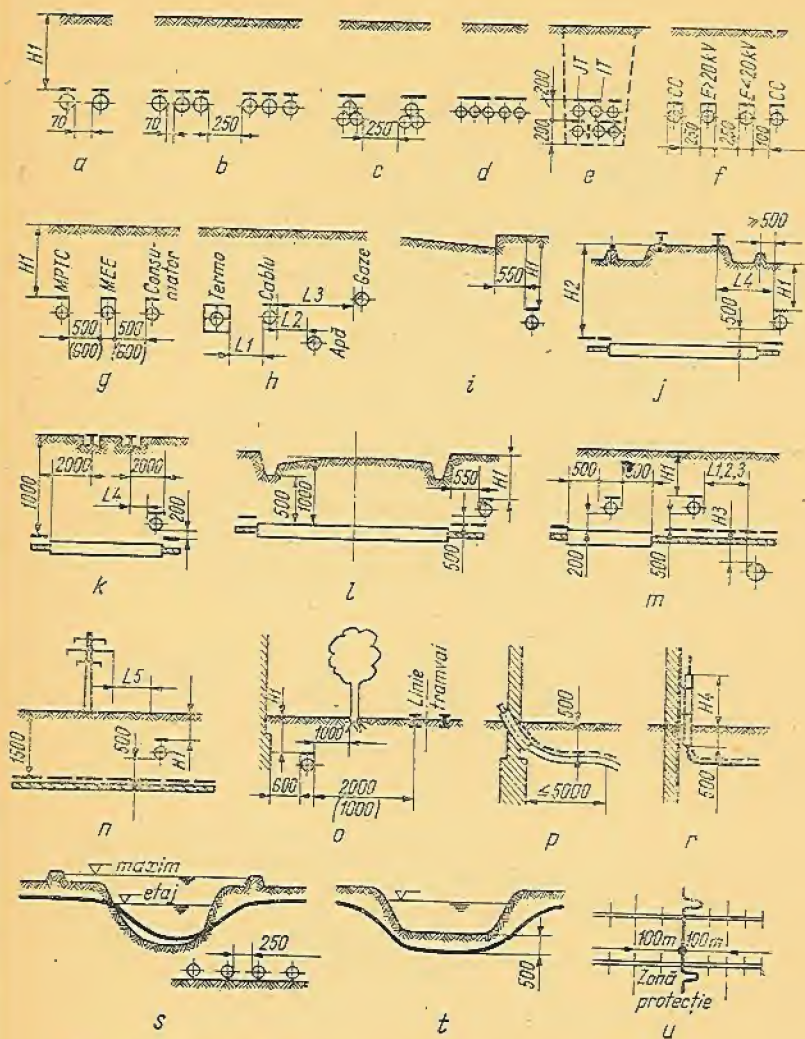


Fig. 16.7. Distanțe minime la pozarea cablurilor în pământ.

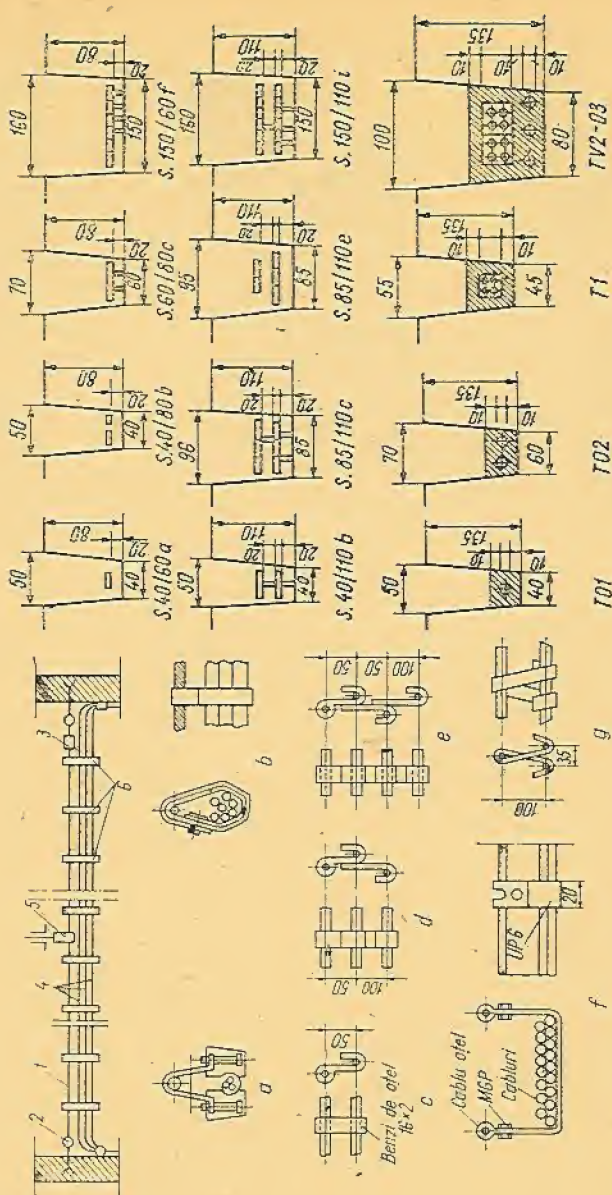


Fig. 16.8. Exemplu de pozarea cablurilor suspendate:  
1 — cablu de oțel; 2 — bride de fixare; 3 — întinzător; 4 — cabluri electrice; 5 — punct de fixare a cablului de oțel; 6 — piesă de susținere de tipurile a...g.

Fig. 16.9. Exemple de profile tipizate pentru pozarea subterană a cablurilor.



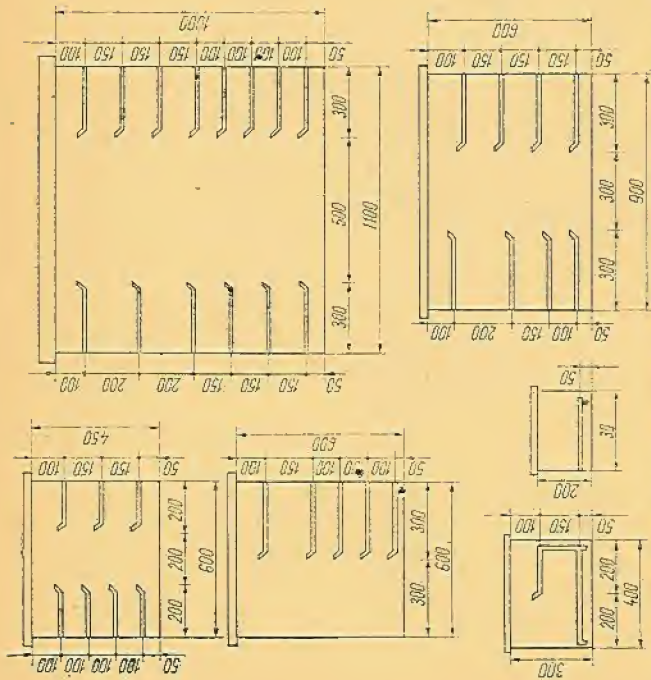


Fig. 16.10. Exemple de profile tipizate de canale pentru cabluri electrice.

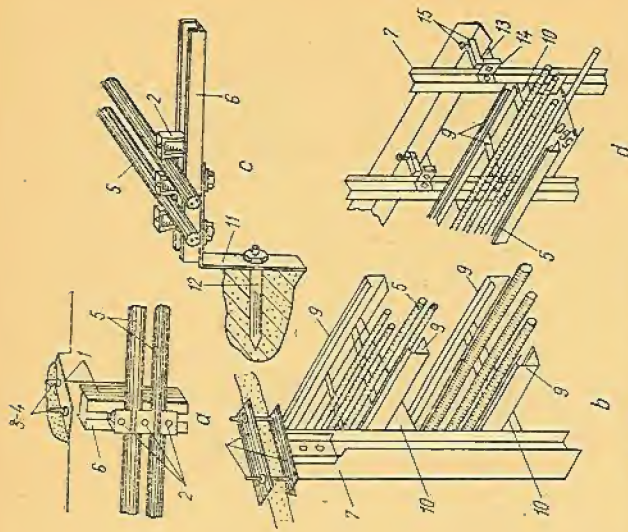


Fig. 16.12. Exemple de pozare a cablurilor pe stelaje sau paturi de cabluri:

a - pe suport suspendat de tavan; b - pe pod suspendat de tavan; c - pe pod simplu fixat de perete; d - idem, prins de construcție metalică (7 - teu fixare; 2 - clemă fixare; 3; 4 - diblu PVC; 5 - cablu; 6 - profil special, 7 - montant; 8 - piesă fixare montant; 9 - pat dublu, 10 - consolă; 11 - colțar; 12 - bolt împușcat; 13 - clemă prindere; 14 - bridă montant; 15 - șurub cu pliușă).

Fig. 6.11. Ordinea de așezare a cablurilor în tuneluri și canale:

*a* — pe o singură parte;  
*b* — pe ambele părți;  
 1 — cabluri de energie de MT; 2 — idem, de JT;  
 3 — cabluri de comandă și control; 4 — cabluri de Te; 5 — conducte de aer comprimat.

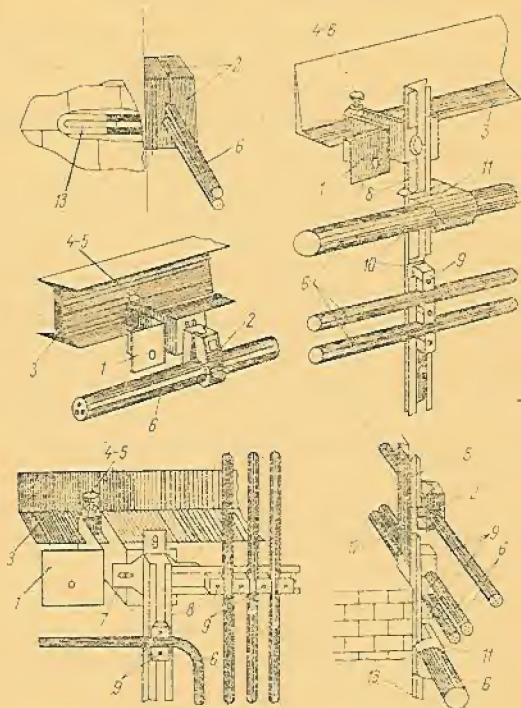
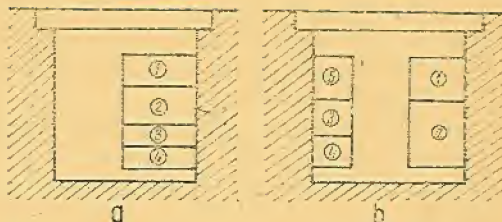


Fig. 16.13. Exemple de pozare a cablurilor pe dibluri, clemă sau console:

*a* — pe diblu; *b* — idem, cu clemă de tindere; *c* — idem, la curbe și ramificații; *d* — pe console fixate de construcție metalică; *e* — idem, de construcție zidită (1 — clemă, 2 — bridă și școabă, 3 — construcție metalică, 4, 5 — șurub cu piuliță, 6 — cablu, 7 — ramificație tip +, 8 — profil special, 9 — clemă fixare, 10 — plăcuță egalizare, 11 — clemă gheară, 12 — plăcuță pentru clemă, 13 — diblu PVC.

punct al încăperii; numărul minim de accese este 2, admitându-se 1 la lungimi de evacuare sub 10 m și la puțuri de maximum 6 m înălțime; accesele nu se amplasează în locuri cu pericol de inundare;

- Pe fluxurile de cabluri fără întârziere și cu întârziere mărită în propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1) cu o încărcare minimă de material combustibil de 2,5 kg/m flux se prevăd separări rezistente la foc la intervale de maximum 25 m și la ramificații;

- Golurile pentru trecerea cablurilor prin planșee și pereți vor fi etanșate conform fig. 16.14;

- Între rastelele de cabluri nu se recomandă plăci de protecție, pentru că se deteriorează ușor și scad eficiența ventilației și stropirii cu apă pulverizată;

- Se vor asigura spații necesare supravegherii, întreținerii și intervenției în caz de incendiu;

- Canalele de cabluri se amplasează în fața sau spatele celulelor, panourilor sau dulapurilor în care cablurile vor intra prin țevi de protecție montate pe pereții canalului, prin canale de derivație mici sau prin fante, toate etanșate față de canalul principal; se permite amplasarea parțială sub celule sau tablouri, dacă se asigură separație rezistentă la foc; plăcile de acoperirea canalelor vor fi incombustibile, preferabil din tablă striată în încăperi C, D, E sau din dale de beton armat în încăperi A, B sau în exterior.

**Dotarea gospodăriilor de cabluri cu mijloace de stingere a incendiilor:**

- În încăperi normale se prevăd mijloace de primă intervenție, hidranți de incendiu cu ajutoare și butoane de semnalizare manuală;

- În încăperi importante (în care incendiul ar duce la pagube importante și pierderi de vieți omenești) se prevăd în plus detectoare automate (de fum sau, dacă nu se pot utiliza, de temperatură), legături radio sau telefonice la centrala de avertizare pentru încăperile de peste 2000 m<sup>2</sup>, instalații speciale de stingere pe fluxurile de cabluri cu izolație și înveliș combustibile și greu combustibile, posibilitatea utilizării mașinilor de intervenție în încăperi de peste 2000 m<sup>2</sup>.



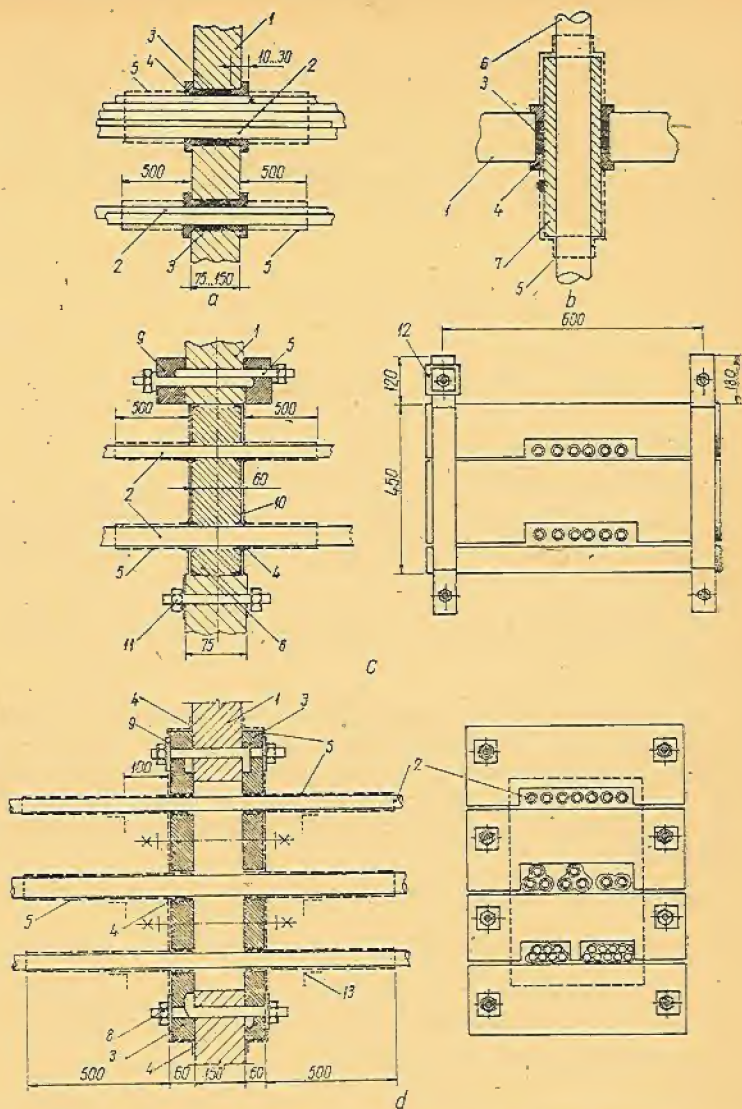


Fig. 16.14. Treceri de cabluri și conducte prin pereți și planșee:

*a* — mănunchi de cabluri; *b* — conductă singulară; *c* — cabluri de energie pe rasteie; *d* — idem, și de circuite secundare (1 — perete sau planșeu; 2 — cabluri; 3 — etanșare din vată minerală; 4 — etanșare cu chit APSA-C-ICEMENERG; 5 — strat vopsea APSAC ICEMENERG; 6 — conductă; 7 — termoizolație din pislă de vată minerală; 8 — panou protecție din pislă de vată minerală; 9 — protecție susținere din același material; 10 — suport panou tablă OLOO; 11 — tijă filetată OL34 + piuliță M6 cu șaibă; 12 — plăcuță OL34-2mm; 13 — susținere cablu).

Instalațiile speciale de stingerea incendiilor pot fi: fixe, cu apă pulverizată; cu spumă cu coeficient mare de înfoiere; cu bioxid de carbon, în spații cu volum limitat. Punerea în funcțiune a acestor instalații se face manual, din afara zonei afectate, după verificarea semnalizării corecte și stabilirea zonei începutului de incendiu.

## 16.4. Rețele cu conductoare

### 16.4.1. Conducte montate aerian în clădiri

Utilizarea materialelor — v. § 1.5

Condiții de montaj:

- Pe izolatoare sau alte elemente incombustibile special destinate, în locuri ferite de atingeri involuntare sau pericol de deteriorare mecanică;

- Derivațiile, numai la punctele de fixare, cu conductoare izolate protejate în tub pînă la 2,5 m de la pardoseală;

- Trecherile prin pereți: conductele neizolate — prin goluri, izolatoare de trecere, plăci izolatoare cu borne sau găuri; conductele izolate — protejate în tub sau țevă cu tile (în mediu uscat) sau pipe în jos (în mediu umed) la capete, eventual umplute cu masă izolantă spre mediul nefavorabil;

- Distanțe minime, pentru conducte izolate/neizolate:

| Specificația traseu și material   |            | $D_m$ , m |
|---|------------|-----------|
| — Între punctele de susținere în lungul traseului, pentru secțiunea conductorului, în mm <sup>2</sup> , de: | 1 ... 2,5  | 0,5/0,4   |
|   | 4 ... 25   | 0,8/0,6   |
|   | 35 ... 70  | 1,1/0,8   |
|   | 95 ... 120 | 1,5/1,4   |
|   | orizentală | 1,5/2,0   |
| — Pînă la suprafața circulabilă, pe:  | verticală  | 2,5/3,5   |

### 16.4.2. Conducte izolate montate în țevi, tuburi sau goluri (canale) în elemente de beton prefabricate

Utilizarea materialelor — v. § 1.5.

Condiții pentru montajul tuburilor:

- Recomandabil pe partea inferioară a pereților și sub pardoseală; (se admite; în izolația teraselor și acoperișurilor (fără doze) și înglobate la turnare în elemente de beton;

- Străpungerea coșurilor și canalelor de fum ca și montarea pe suprafețe calde, când conductoarele protejate au izolație normală, sînt interzise; se admite în ultimul caz montarea tuburilor metalice fără cămașă izolantă, dar cu conductoarele izolate rezistent la temperaturi ridicate;

- Pe suprafețe verticale, traseele tuburilor vor fi de regulă orizontale, la 0,3 m de tavan sau pardoseală, sau verticale; pe suprafețe orizontale se admit trasee pe drumul cel mai scurt;

- Curbele vor avea raza interioară de 5 sau 10 ori diametrul exterior al tubului în montaj aparent, respectiv îngropat;

- Tuburile se fixează la: capete, coturi, aparate, doze, a 10 cm de locul menționat, precum și pe traseu drept, la distanțele, în m:

| Tipul tubului |           | IP             | PEL            | T              | IPY            | IPEY           |
|---------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Apa-<br>rent  | orizontal | $0,7 \div 0,9$ | $1,2 \div 1,6$ | $1,5 \div 3,0$ | $0,6 \div 0,8$ | $0,7 \div 0,9$ |
|               | vertical  | $0,6 \div 0,8$ | $1,0 \div 1,3$ | $1,5 \div 3,0$ | $0,5 \div 0,7$ | $0,6 \div 0,8$ |
| Îngropat      |           | $1,0 \div 1,4$ | $1,2 \div 1,4$ | $2,0 \div 4,0$ | $0,8 \div 1,0$ | $0,9 \div 1,1$ |

Condiții pentru montajul conductoarelor:

- În același tub se montează toate conductoarele active și de protecție ale aceluiași circuit; se admit, de asemenea circuitele:

- aferente receptoarelor aceluiași corp de iluminat sau utilaj sau mai multor utilaje legate funcțional între ele;

- în instalațiile monomul;

- de lumină și priză, în instalațiile industriale cu personal calificat sau în apartamentele din prefabricate cu instalații premontate (dacă golul tubului este de minim 15 mm);



- Este interzisă: montarea în același tub a circuitelor cu tensiuni sub și peste 65 V, sub și peste 1000 V, cu frecvențe diferite; montarea conductelor izolate în tuburi montate în pământ în exterior;

- Tragerea conductoarelor în tuburi se face după montarea acestora; legăturile se fac numai în doze, montate — recomandabil — pe suprafețe verticale.

#### 16.4.3. Conducte plate cu izolație și manta

Condiții de montaj — v. § 16.4.2 — tuburi; în plus:

- Temperatura de lucru, peste — 10°C.
- Montarea se face într-un singur strat;
- Capetele de rezervă ale conductoarelor vor avea în doze o lungime de maximum 70 mm, iar la corpurile de iluminat 150 mm.

### 16.5. Exploatarea, întreținerea și repararea liniilor electrice aeriene

Darea în exploatare a rețelelor electrice se face pe baza documentației tehnice de execuție (planul traseelor și schema instalațiilor, cu indicarea conductoarelor, încărcărilor și protecțiilor).

În exploatare se va urmări respectarea parametrilor care au stat la baza proiectării și execuției rețelelor.

*La liniile electrice aeriene:*

- Supravegherea se va face:

— periodic, ziua și noaptea, prin observare vizuală fără urcare pe stîlp, constatîndu-se starea elementelor liniei și a traseului, fenomenul de licărire la izolatoare, eventuale descărcări parțiale, defecte la cleme etc.; periodicitate efectuării:

| Supraveghere: | LEA < 1kV | LEA 1 ÷ 35kV | LEA > 35kV | Iluminat     |
|---------------|-----------|--------------|------------|--------------|
| de zi         | 1/6 luni  | 1/2 luni     | 1/lună     | 2/lună       |
| de noapte     | 1/an      | 1/an         | 2/1n       | după program |

— în cazuri speciale, amănunțit, cînd linia a avut de suferit, în urma, depunerilor de chiciură, înghețului și dezghețului brusc, furtunilor, inundațiilor deplasărilor de teren, incendiilor din păduri etc.;

— în cazuri extraordinare, după fiecare declanșare provocată de un defect, pentru stabilirea locului și naturii acestuia;

— cu caracter de inspecție, de către personalul tehnico-ingineresc.

- Verificarea liniei, pentru a stabili lucrările de întreținere și reparație, conform instrucțiunilor MEE în vigoare.

- Întreținerea liniei, pentru a asigura condițiile normale de exploatare între reparații (înlocuirea izolatoarelor defecte, curățirea traseelor, înlăturarea defectelor minore ale stîlpilor, curățirea izolatrelor și a chiciurii).

- Repararea liniei, la perioadele planificate conform instrucțiunilor sau accidental.

#### *La cablurile electrice:*

- Supravegherea permanent a încărcărilor admise în perioade de sarcină maximă (la avarii se admit supraîncărcări de maximum 10% pentru tensiunile de 1÷20 kV, iar rețelele subterane cu neutrul izolat sau compensat pot funcționa cu o fază pusă la pămînt, dacă nu se depășește încălzirea maxim admisă a mantalei de protecție).

- Controluri periodice:

- ale traseului — trimestrial, la pozarea în pămînt, canale și tuneluri, semestrial, la pozarea în puțuri;

- ale cutiilor terminale — anual, pînă la 1 kV, trimestrial, peste 1 kV;

- protecția contra coroziunii, funcție de nocivitatea mediului;

- încercări preventive de izolație, cel puțin anual.

- Reparațiile curente (minim o dată pe an) și cele capitale (conform instrucțiunilor în vigoare), respectîndu-se următoarele reguli principale:

- săpăturile se fac numai cu aprobarea energeticului șef și sub supravegherea delegatului acestuia; pe îngheț, pămîntul se încălzește;

— orice lucrare se execută de minimum două persoane, pe bază de dispoziție de lucru și cu respectarea NPM în vigoare;

— respectarea măsurilor de prevenirea incendiilor la lucrul în tuneluri sau canale;

— repararea racordurilor și mutarea cablurilor de forță se fac normal după deconectarea și descărcarea lor electrostatică (cazurile excepționale, conform NPM-MEE).

• Luarea măsurilor reglementate privind prevenirea și stingerea incendiilor în gospodării de cabluri și urmărirea cu exigență a cunoașterii utilizării lor.



## 17. PARTICULARITĂȚI ÎN PROIECTAREA, EXECUTAREA ȘI EXPLOATAREA INSTALAȚIILOR . ELECTRICE CU CARACTER SPECIAL

### 17.1. Instalații de acumuloare electrice

#### 17.1.1. Organizarea instalației

Bateria de acumuloare (acide sau bazice) se montează în încăperi separate (cu bacuri deschise, pe stelaje de lemn sau pat de beton) sau, cînd  $U_b \leq 24$  V și  $C \leq 75$  Ah, în încăperi cu destinație comună (în dulapuri sau nișe vopsite antiacid, cu ventilație spre exterior naturală sau forțată).

Încăperea acumuletoarelor va avea dimensiunile necesare montării acumuletoarelor și asigurării unui culoar de serviciu de minim 0,8 m lățime și 2,1 m înălțime; pardoseala va fi din beton acoperit antiacid sau antibazic; pereții, tîmplăria și suporturile vor fi acoperite antiacid sau antibazic; mediul va fi fără praf și cu o temperatură minimă de  $+10^{\circ}\text{C}$ , fără conducte de trecere a altor instalații (se exceptează conductele încălzirii proprii, care vor fi însă îmbinate în afara încăperii) și cu ventilație preferabil naturală (dacă nu asigură minim 3 schimburi pe oră, va fi forțată). Dacă ventilația naturală asigură condiția

$$100 V_H \leq 3,8 V_c \text{ sau } 11 \cdot 10^{-3} NI \leq V_c, \quad (17.1)$$

concentrația de hidrogen degajat la încărcarea acumula-

toarelor nu este periculoasă și încăperea se poate considera de categoria E; în caz contrar, de categoria A'. În relație:

$V_H$  = 0,000418 NI este cantitatea de hidrogen degajată orar, în  $m^3/h$ ;

$V_c$  — volumul încăperii bateriei, în  $m^3$ ;

$N$  — numărul de elemente ale bateriei de acumulatori;

$I$  — curentul care provoacă degajarea hidrogenului, în A; se consideră 1 A la 100 Ah la încărcarea de menținere (prin redresoare montate în tampon) sau curentul sursei la sfârșitul încărcării.

Încăperea va fi luminată incandescent, cu corpuri adecvate mediului (grad minim de protecția IP54).

Cînd cantitatea de lichid din baterie depășește 500 kg, se prevede o cameră de acizi și apă distilată; intrarea în cele două camere se face printr-un sas comun, în care se prevede o instalație de apă.

Tabloul electric și sursele de încărcare (redresoare sau grupuri convertizoare c.a. — c.c.) se montează în încăperi de comandă sau cu destinație comună, unde se pot supraveghea, respectîndu-se indicațiile respective din § 10.2.2.

Legăturile baterie — placă trecere se realizează din conductoare neizolate masive, rezistente la mediu, montate pe izolatoare rolă iar legăturile placă trecere — tablou, din conductoare în tub sau cablu.

Exemple de plan de echipare și scheme electrice se dau în fig. 1.7.1. — 17.4.

### 17.1.2. Dimensionarea instalației

Dimensionarea bateriei de acumulatori. Tensiunile nominale uzuale se aleg funcție de puterea cerută; recomandabil:

| $P_c$ , W | 300 | 500 ÷ 1500 | 1500 ÷ 3000 | 3000 |
|-----------|-----|------------|-------------|------|
| $U_b$ , V | 24  | 48         | 110         | 220  |

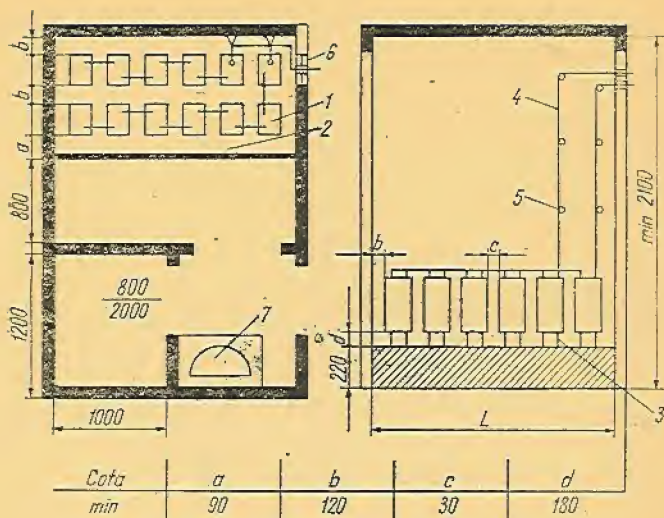


Fig. 17.1. Instalații de acumulare:

1 — acumulator; 2 — postament tipizat; 3 — izolator; 4 — conductor din cupru neizolat; 5 — izolator rolă; 6 — placă de trecere; 7 — chiuvetă.

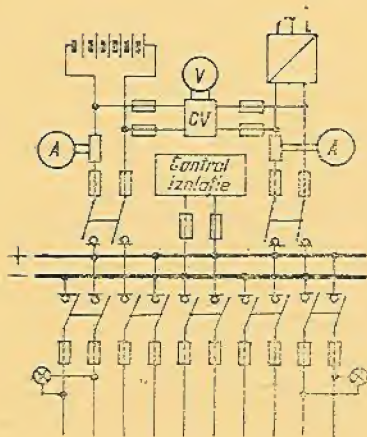


Fig. 17.2. Schemă electrică pentru o instalație cu baterie de acumulatori de 24, 36, 48 V fără comutator de baterie (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).



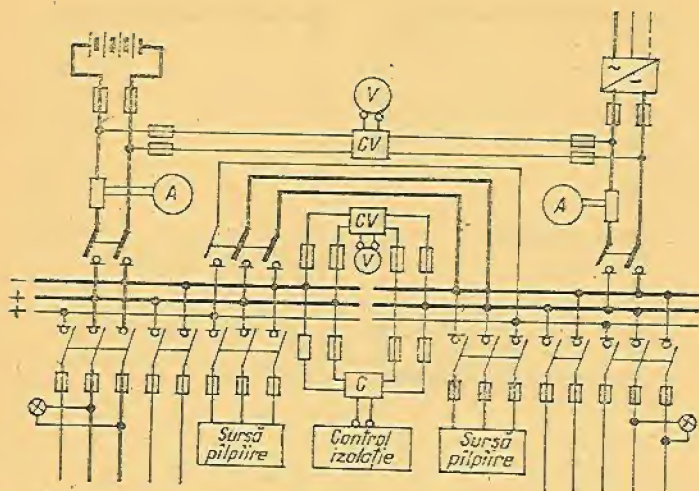


Fig. 17.3. Schemă electrică pentru o instalație cu baterie de acumuloare de 24, 36, 48 V fără comutator de baterie, cu bare sectionate (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).

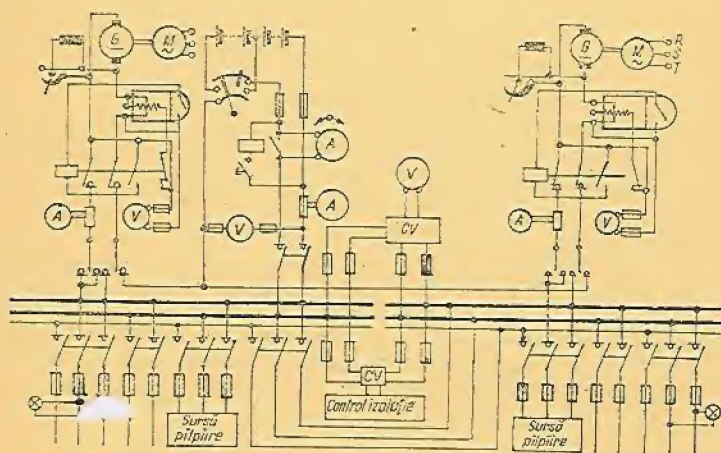


Fig. 17.4. Schemă electrică pentru o instalație cu baterii de acumuloare de 110 sau 220 V cu comutator de baterie și bare sectionate (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).

### Capacitatea acumulatorilor

Se calculează curentul de descărcare maxim cerut

$$I_{dc} = \frac{P_c}{U_n} [A], \quad (17.2)$$

unde:  $P_c$  este puterea maximă cerută, în W;

$U_n$  — tensiunea nominală a receptoarelor, în V.

În funcție de timpul de descărcare cerut ( $t_{dc}$ ) și de  $I_{dc}$ , se alege acumulatorul de capacitate convenabilă.

*Numărul de acumulatori din compunerea bateriei:*

Pentru tensiunea nominală ( $U_n$ ) de 110 și 220 V (conectarea bateriei la bare se face prin comutator de baterie):

- Numărul total de acumulatori, care asigură tensiunea de serviciu, cînd acestea sînt descărcate:

$$N = \frac{U_s}{U_{dl}}, \quad (17.3)$$

unde:  $U_s = 1,05 U_n$  este tensiunea de serviciu, V;

$U_{dl} = 1,75 \dots 1,93$  V — tensiunea limită de descărcare;

- Numărul de acumulatori, de bază, care asigură tensiunea de regim de încărcare permanentă:

$$N_b = \frac{U_s}{U_{ip}}, \quad (17.4)$$

unde:  $U_{ip} = 2,15$  V este tensiunea de încărcare permanentă;

- Numărul de acumulatori de reglaj, conectate la rețea prin comutator, în măsura în care este nevoie să se asigure tensiunea de serviciu este:

$$N_r = N - N_b; \quad (17.5)$$

- Numărul ploturilor comutatorului de baterie:

$$N_p = N_r + 1. \quad (17.6)$$

Pentru tensiunea nominală de 24, 36, 48 V (conectarea bateriei la bare se face fără comutator de baterie), numărul de acumulate necesar este:

$$N = \frac{U_n}{u_n}, \quad (17.7)$$

unde  $u_n = 2$  V este tensiunea nominală pe un acumulator.

**Alegerea sursei de încărcare.** Preferabil redresoare anume destinate.

Pentru încărcare permanentă (sursă cu funcționare în tampon cu bateria):

$$U_s = U_b + (3 \dots 5)\% \quad (17.8)$$

$$I_d \leq I_s \leq I_i$$

unde  $U$  este tensiunea, în V,  $I$  — curentul, în A;  $s$  — sursă;  $b$  — baterie;  $d$  — consum de durată.

Pentru încărcare ocazională:

$$U_s = U_b + (3 \dots 5)\%; \quad I_s \geq I_i. \quad (17.9)$$

c. *Dimensionarea circuitelor.* Protecția — prin siguranțe fuzibile:

$$I_{ad} \leq I_{pr} \leq I_d \quad (17.10)$$

iar secțiunea conductorului se alege la încărcarea admisibilă și la căderea de tensiune (v. § 11.3.1., unde  $k_f = 1$ ,  $\cos \varphi = 1$ ).

### 17.1.3. *Exploatarea instalației de acumulate*

Dotare: aerometru, termometru, voltmetru portativ de c.c., lampă portativă, cană de sticlă pentru completare electrolit, vas acoperit cu soluție de bicarbonat de sodiu (la acizi) sau acid boric (la baze), reactivi pentru analiza soluției de reumplere, inclusiv eprubete și pipete, geamuri pentru acoperirea bacurilor, izolație plăci și bacuri de rezervă, rezervă de acid și apă distilată, mănuși, șorț, galoși ochelari (pentru două persoane).



La punerea în funcțiune se verifică: capacitatea de regim a bateriei, densitatea electrolitului, funcționarea comenzilor alimentate precum și a instalațiilor de ventilație, încălzire, iluminat și apă; rezistanța de izolație (minim 10 M $\Omega$ ).

În exploatare:

- Se controlează de personalul de serviciu (o dată pe schimb în stațiile cu personal permanent și o dată pe lună în celelalte): densitatea și temperatura electrolitului, tensiunea de bare (admis +5%), reglajul curentului și tensiunii de încărcare, degajările de gaze, electrolitul (nivel, depuneri, stare), izolația față de pământ; dacă în timpul încărcării temperatura vreunui element depășește 40°C se reduce curentul de încărcare;

- Se va respecta regimul de funcționare și încărcare prevăzute; modificări nu se admit decât cu acordul proiectantului;

- Bateriile cu regim încărcare-descărcare vor fi supuse la 3 luni unei încărcări de egalizare, precedată, dacă sarcina a fost peste 50% din capacitatea bateriei, de descărcare;

- Bateriile în regim tampon vor fi supuse lunar unei descărcări speciale, urmate de o încărcare normală și una de egalizare;

- Anual, la 1/3 din elemente se va face analiza electrolitului;

- Ventilația forțată va fi pusă în funcțiune înainte de începerea încărcării și va fi oprită la 1,5 ore după terminarea încărcării;

- Lucrul cu flacăra în camera acumuloare va fi permis după 2 ore de la terminarea încărcării, fără oprirea ventilației;

- pe ușa încăperii acumuloarelor va fi placă avertizoare cu inscripția

**ACUMULATOARE — INTERZISĂ INTRAREA CU FOC**

- Reparațiile acumuloarelor se fac la atelier, conform-graficului și constatărilor efectuate.

## 17.2. Instalații electrice în medii cu pericol de explozie

Baza de proiectare o constituie tema tehnologică, întocmită eventual cu contribuția beneficiarului, care să precizeze clar și exact: existența, categoria și întinderea zonei periculoase (se ține seama că gazele și vaporii mai grei ca aerul se colectează la sol, iar mai ușori sub plafon și că formările de ceață prin evaporarea lichidelor inflamabile prezintă pericol mărit putându-se aprinde de la distanță chiar prin lovire).

### Aparatele și mașinile electrice:

- Vor avea gradul de protecție contra exploziei cerut de mediul respectiv sau superior acestuia;

- Dacă e posibil tehnico-economic — și în special când produc scînteii — se amplasează în afara zonei periculoase;

- Cele protejate contra exploziei prin carcase sau camere cu ventilație forțată vor fi prevăzute cu: deconectare, automată în caz de scădere a presiunii sub valoarea minimă, alimentare cu aer curat sau gaz inert prin conducte robuste, incombustibile, cu îmbinări sudate și fără posibilitatea formării pungilor de aer, conectarea numai după ce s-a suflat un volum de aer proaspăt de cel puțin 5 ... 10 ori volumul spațiului ventilat, blocaj contra accesului din exterior înainte de deconectare.

### Coloanele și circuitele electrice:

- Conductele electrice principial vor fi din cupru sau aluminiu, cablurile trebuie omologate pentru mediul respectiv (dacă nu sînt, se consideră conductoare și se protejează în țevi din oțel galvanizat cu grosimea minimă de 2 mm);

- Secțiunea conductoarelor va fi încărcată pînă la  $0,75 I_{ad}$  (excepție în mediile EIb și EII<sub>a</sub>, unde se încarcă normal);

- Între curentul de protecție și cel din conductor se admit următoarele rapoarte:

$$I_f / I_{ad} = 1,25; I_{rt} / I_{ad} = I_{rem} / I_{ad} = 1. \quad (17.11)$$



- Circuitele monofazate vor fi protejate la suprasarcină atât pe fază cât și pe nulul de lucru;

- LEA se montează în afara zonei de explozie la 1,5 h stîlp, dar nu la mai puțin de 10 m pînă la 1 kV și 20 m peste 1 kV;

**Protecția contra electricității statice este obligatorie la:**

- Conductele de fluide combustibile (trebuie să aibă continuitate electrică pe toată lungimea și să fie legate la pămînt la capete și la intervale de 200 ... 300 m; dacă rezistența de contact la îmbinări depășește 0,03  $\Omega$ , se șuntează printr-un conductor cu șaibe cositorite, prins sub piulițele șuruburilor flanșelor de îmbinare); conductele paralele sau apropiate sub 10 cm se leagă între ele prin punți de conexiune la intervale de 20 m;

- Vanele conductelor de substanțe combustibile sau explozive, mașinile neamplasate pe placă comună cu agregatele de acționare, instalațiile generatoare de abur și mașinile acționate cu abur (vor fi legate la instalația de legare la pămînt a paratrăsnetului);

- Rezervoarele metalice cu lichide petroliere, inclusiv capacul (se leagă la pămînt utilizînd și instalațiile vecine de legare la pămînt);

- Șinele rampelor c.f. de încărcare și descărcare a cisternelor (se leagă între ele și la pămînt) precum și cisterna pe timpul transvazării fluidului (printr-o legătură mobilă prevăzută la priza de pămînt care va avea la capătul liber un clește de prindere pe cisternă; pe furtunul de cauciuc va fi o spirală din sîrmă de cupru legată la armăturile din capete și la pămînt prin mantaua rezervoarelor la care se racordează);

- Încăperile cu pericol de explozie (la intrări și la locurile de muncă se amenajează pardoseli combustibile; conductele care pot fi atinse cu mîna se vor lega la pămînt; personalul va avea încălțăminte cu talpă din piele, neizolantă, sau cu cuie din cupru).



### 17.3. Instalații electrice aferente instalațiilor de stins incendiu

**Căi de alimentare cu energie electrică.** Pompele și robinetele de incendiu acționate electric se prevăd cu:

- O singură cale de electroalimentare, când:

- Nu sînt prevăzute cu pompe de rezervă;

- Chiar dacă sînt, obiectivul de apărat este constituit din: blocuri de locuințe de maximum 48 m înălțime, clădiri pentru birouri de maximum 28 m înălțime cu densitatea sarcinii termice sub  $67 \text{ MJ/m}^2$  ( $16000 \text{ kcal/m}^2$ ), clădiri de gradul I sau II rezistență la foc, cu mai puțin de 400 locuri, pentru cinematografe, cluburi, săli de gimnastică și sport;

- Robinetele de incendiu pot fi manevrate și manual direct de către personalul de serviciu, în maximum 5 minute de la alarmare;

- O singură cale de electroalimentare completată cu echipament care să asigure funcționarea instalației de stins incendiul fără sursă electrică (de exemplu, motopompă) când se prevede pompă de rezervă, dar obiectivul de apărat este constituit din clădiri sau construcții obișnuite, nementionate mai sus sau în cazul următor, ca de exemplu: cămine culturale și case de odihnă pînă la 600 locuri, magazine universale etc.;

- Două căi de alimentare distincte, una normală, a doua de avarie, când se prevede pompă de rezervă, iar obiectul de apărat este de importanță deosebită: clădiri înalte, teatre cu peste 1000 locuri, spitale, studiouri RTV, combinate chimice și petrochimice, rafinării de peste  $1\,000\,000 \text{ t/an}$ , depozite categoria I pentru hidrocarburi sau alte lichide combustibile, centrale electrice de peste 100 MW și alte obiective considerate ca atare de către forurile tutelare ale beneficiarului.

Sursele la care se racordează căile de alimentare sînt:

- Pentru o singură cale sau calea normală din cele două: post trafa sau centrală proprie sau rețeaua de JT a furnizorului; se admit cofretul sau tabloul general al clădirii

dacă sînt amplasate astfel ca să poată funcționa în caz de incendiu în clădirea respectivă (în exteriorul ei, în construcții independente de gradul I, II rezistență la foc, în interiorul clădirii — în încăperi speciale cu acces ușor din exterior și separate de restul clădirii prin pereți, și planșee rezistente la foc minimum 3 h; față de încăperi categoria A sau B, elementele de compartimentare vor fi etanșe și rezistente la explozie);

— Pentru a doua cale de electroalimentare: grup electrogen de intervenție cu pornire automată (v. § 7.7) la dispariția tensiunii pe calea normală de alimentare.

Funcție de condițiile de pozare, coloana va fi cu conductoare AF în tub PEL montat aparent sau îngropat sau în cabluri armate cu același mod de pozare. Traseul coloanei va fi ferit de pericol de incendiu (LEA la minimum 10 m de clădiri gradul I, II, III rezistență la foc și 20 m de clădiri gradul IV și V sau depozite cu materiale combustibile; LES — subterane). Legarea coloanei la plecare se face înaintea întreruptorului general al tabloului; accesul la întreruptorul coloanei va fi sigilat, iar sigiliul rupt în caz de strictă nevoie.

**Tabloul de distribuție** aferent instalației de stins incendiu nu va avea și altă destinație.

**Schema de acționare** va permite:

— Intrarea automată în funcțiune a pompei de rezervă la oprirea accidentală a pompei în funcțiune;

— Interschimbabilitatea funcționării pompelor;

— Comanda manuală a acționării, dublată de comandă automată, totdeauna pentru pompele sprinklerelor și drenajelor și numai cînd nu este personal calificat pentru pompele de incendiu; butoanele pentru comanda manuală se montează: pentru pompele și robinetele de incendiu în încăperea acestora și în diferite puncte de comandă (remiza PSI, încăperea protejată, obiectul protejat etc.); pentru pompele și robinetele de incendiu neautomatizate, care servesc hidranți interiori, lîngă aceștia, protejate în cutii sau nișe cu geam.



Circuitele la receptoare vor fi cu conductoare izolate, în PEL, sau cabluri; materialul conductoarelor — cupru pînă la secțiunea de  $10 \text{ mm}^2$ , aluminiu de la această secțiune. Îmbinările conductoarelor de aluminiu se fac prin metalizare asociată cu lipire, sudură sau presare, iar racordurile la bornele motoarelor se vor face cu cleme speciale.

#### 17.4. Iluminatul de balizaj

Construcțiile și instalațiile din zonele supuse servituților aeronautice vor fi prevăzute cu iluminat de balizaj, dacă sînt considerate ca periculoase navigației aeriene (depășesc înălțimile admise nepericuloase de MTTc sau sînt LEA). Necesitatea prevederii acestui iluminat se stabilește prin aviz MTTc.

Amplasarea corpurilor de iluminat, special construite, se va face astfel ca să fie văzute din toate direcțiile și să se obțină o imagine a conturului și înălțimii obstacolului, conform exemplelor din fig. 17.5.

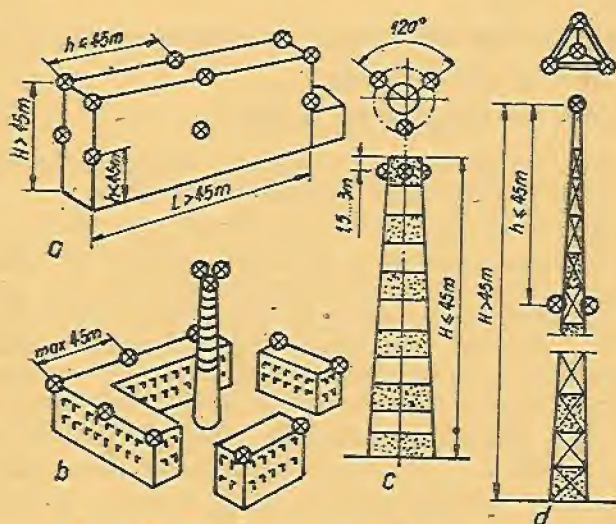


Fig. 17.5. Exemple de iluminat de balizaj.



## 17.5. Instalații electrice aferente instalațiilor de galvanizare și electroliză

### Măsurile speciale de protecție contra electrocutării:

— Părțile metalice care pot fi puse sub tensiune normală sau accidental (bare, cuve, platforme de lucru, țevi de aer comprimat, șinele căilor de rulare etc.) trebuie să aibă rezistența de izolație față de pământ de minimum  $0,5 \text{ M}\Omega$  în care scop:

- cuvele vor fi montate pe izolatoare și prevăzute cu controlul izolației și semnalizarea punerilor la pământ;

- barele principale de peste 250 V se montează pe izolatoare de porțelan, iar cele de la cuve de peste 65 V — din locurile de trecere, de pe pereți sau de pe frontul rîndurilor de cuve — se împrejmuiesc cu materiale izolante (admis lemnul);

- platformele principale cu instalații de peste 250 V se execută din material izolant (admis lemnul) sau se montează pe izolatoare; sub 250 V se admite izolarea plăcilor din beton armat cu ruberoid acoperit cu cărămidă impregnată în bitum, peste care se așterne un înveliș rezistent la acizi;

- podurile rulante vor avea platforme izolate pentru a nu pune la pământ băile prin cîrligul sau cablul podului; între cîrlig și pământ se prevăd două (trei) trepte de izolație pentru tensiuni sub (peste) 500 V;

- seriile de cuve pentru electroliză cu săruri topite cu tensiuni de peste 500 V, cu diferență de potențial față de pământ a băilor extreme de peste 10% din jumătatea tensiunii seriei vor fi prevăzute cu legături de echipotențiere și de izolare suplimentară a băilor față de pământ;

- barele de peste 65 V pozate sub băi se acoperă cu carcase incombustibile (cele metalice vor fi cu plasă cu ochiuri de maximum  $5 \times 5 \text{ mm}$  și vor fi legate la pământ);

- atelierul de electroliză va avea o instalație de legare la pământ comună pentru toate instalațiile electrice.

— Distanțele minime de protecție:

- între părțile conductoare de curent din locurile de trecere printre băi neîmprejmuite — 1(1,5) m pentru tensiuni sub (peste) 65 V;

- lățimea locurilor (culoarelor) de trecere dintre cuve și perete — 2 m (1,2 m local, dacă se izolează ieșindurile respective);

- între perete și împrejmuirea barelor — 1 m; între două împrejmuiri de bare paralele — 1,3 m;

- înălțimea locurilor de trecere — 2 m, iar a împrejmuirilor — 1,7 m.;

**Protecția echipamentelor electrice contra coroziunii:** conductele neizolate și contactele se acoperă cu lacuri sau vopsele antiacide și rezistente la temperaturi înalte.

**Instalații de automatizare, măsură și control:**

- Pe tablourile stațiilor de redresare se prevăd: ampermetru pe fiecare plecare, cu 0 la mijloc legat la pământ, pentru măsurarea curenților de scăpări; voltmetru pe fiecare sistem de bare; voltmetru pe barele de c.c. pentru controlul izolației;

- La instalațiile de electroliză — galvanizare se prevăd: voltmetru pe fiecare cuvă sau serie de cuve pentru măsurarea tensiunii de lucru; voltmetru la fiecare sistem de bare de c.c. pentru controlul izolației; contoare de curent funcție de cerințele tehnologice; contoare de energie pentru fiecare serie de cuve; automatizarea funcționării pentru menținerea temperaturii în băi în limite admise, a circulației electrolitului și a curentului seriilor; semnalizarea regimului de funcționare pentru prevenirea deversării soluției din colectoare, funcționarea pompelor de transvazare; controlul scăpărilor de curent prin jetul de electrolit;

- În plus se prevăd aparate portabile de măsură pentru tensiune, conductibilitate electrolit și verificarea punerilor la pământ.



## 17.6. Instalații electrice aferente centralelor termice

**Racordul electric** al tabloului motoare or pompelor de alimentare cu apă a cazanelor cu abur se face din două surse independente (v. § 9.2).

### **Iluminatul de siguranță:**

- Pentru centralele cu un debit total de peste 10 t/h, pentru: frontul cazanelor și trecerilor dintre cazane, panourile AMC și indicatoarele de nivel, spațiile de evacuarea cenușei; ventilatoarele de gaze arse, rezervoarele de apă și de combustibil, degazoarele, platformele și scările de acces, încăperile pompelor de alimentare cu apă și combustibil, ieșirile din sala cazanelor (marcate cu semnale luminoase, recomandabil de culoare galbenă pentru a fi găsite ușor în caz de inundare cu abur);

- Pentru centralele cu un debit total sub 10 t/h se admite iluminat de siguranță cu lămpi cu petrol sau cu lămpi de mână.

### **Aparate de automatizare, măsură, control și reglaj AMCR:**

- La cazanele cu abur cu circulație naturală cu peste 20 t/h se prevăd: controlul termotehnic, semnalizare, reglare automată, comandă la distanță și protecție automată;

- La cazanele cu abur cu circulație naturală cu peste 3 t/h și la cazanele cilindrice orizontale cu tuburi de flacără și cutii de foc: cel puțin semnalizarea și protecția automată de nivel minim al apei.

Execuția instalațiilor AMCR se face numai de întreprinderi specializate și personal autorizat și se autorizează de ISCIR.

## 17.7. Instalații electrice aferente fabricilor și stațiilor de distribuție de oxigen

**Siguranța în alimentarea cu energie electrică.** Conform PE 124 fabricile și stațiile de distribuție de oxigen se încadrează în categoria II, deoarece întreruperea alimentării cu energie electrică conduce la nerealizarea producției pe durata respectivă, pierdere care de regulă se poate recupera.



**Execuția instalațiilor electrice.** În încăperile de purificare a produselor rezultate din separarea aerului folosind hidrogen și în cele de vopsire a buteliilor, instalațiile electrice se execută pentru categoria A pericol de incendiu. În rest, deoarece oxigenul nu formează cu aerul amestec exploziv, instalațiile se vor executa pentru medii normale cu următoarele particularități:

- Toate aparatele care pot fi în contact cu oxigenul trebuie să fie special construite, vopsite bleu și cu inscripția **PENTRU OXIGEN — SE VA FERI DE ULEI ȘI GRĂSIMI!**; în sala compresoarelor de oxigen nu se montează aparate electrice cu ulei sau alte lichide combustibile;

- Se va asigura iluminat de avarie pentru tabloul AMC și pentru vanele principale ale instalației cu independență de funcționare de minimum o oră;

- Construcția va fi protejată contra trăsnetului iar aparatele, conductele și recipientele fixe se vor lega la pământ pentru protecție contra încărcării electrostatice și tensiunilor accidentale;

- Instalațiile de automatizare vor asigura:

- Măsurarea și reglarea presiunilor, temperaturii și debitelor;

- Semnalizarea funcționării agregatelor în mișcare, depășirii parametrilor importanți în procesul tehnologic și nivelelor maxim și minim din gazometrele de oxigen gazos, azot, argon gazos și alte gaze rezultate din separarea aerului; semnalizarea convențională între secții (obligatorie între secția de fabricație și stația de îmbuteliere);

- Blocarea funcționării compresoarelor în condiții anormale.

#### **17.8. Instalații electrice aferente instalațiilor care produc sau utilizează acetilena**

Se vor utiliza echipamente și materiale admise în medii cu acetilenă conform STAS 6877 (v. § 1.4.2 și § 1.5) și normelor valabile la furnizorul instalației de produs acetilena.

Aparatele AMC în contact direct cu gazele acetilenice vor fi fără piese din cupru sau din aliaje cu peste 65% cupru. Insuflările, pentru prevenirea înfundării, nivele etc. vor fi cu azot.

Semnalizarea incendiilor este obligatorie. Dacă nu se dispune de aparate cu protecție corespunzătoare, se pot utiliza aparate de tip normal sau impermeabil amplasate în afara zonei periculoase.

Amplasarea avertizoarelor va respecta regulile din § 18,5. Întreg aparatajul va fi legat la pământ.

## 17.9. Instalații electrice aferente cuptoarelor industriale

### *Generalități*

Recepția utilajului se face prin primirea schemelor electrice și desenelor de montaj precum și a fișei tehnice cu parametrii principali de construcție și exploatare (capacitate, productivitate maximă, putere, factor de putere, temperatură de regim etc.); ea constă în executarea unei topiri de probă (la cuptoarele de topit) sau a unor cicluri de lucru stabilite prin protocol între furnizor, beneficiar și proiectant.

Pentru fiecare cuptor se stabilește experimental încărcătura economică caracterizată prin parametrii cei mai favorabili de consum (curent, tensiune, putere, factor de putere).

### 17.9.1. *Cuptoare electrice cu arc*

Se vor ridica experimental caracteristicile de funcționare pentru toate treptele tensiunii secundare și reactanței bobinelor de șoc.

Reglajul protecției maxime de curent se acordează cu funcționarea regulatorului automat (obligatoriu pentru cuptoare cu transformatoare peste 500 kVA) sau manual al electrozilor, fără deconectarea instalației; acordarea se



face mărind curentul de demarare (maximum  $3,5 I_n$ ) sau temporizarea (maximum 10 s), viteza de ridicare a electrozilor și în caz extrem, reactanța instalației.

Reglarea, supravegherea și întreținerea regulatorului automat vor respecta instrucțiunile furnizorului; valorile rezistențelor care rămân constante în exploatare se marchează cu linie roșie. Pentru funcționarea normală a reguletoarelor automate se asigură vetrei o rezistență minimă, astfel ca la coborîrea electrodului pe încărcătură fără curent, pe faza respectivă releul de tensiune să aducă regulatorul în poziție neutră. Conductibilitatea vetrei trebuie verificată după fiecare repartiție.

Se va asigura *perfecta funcționare a următoarelor blocaje*:

- Comutarea treptelor de tensiune ale transformatorului fără comutator de reglaj sub sarcină numai cu întreruptor deconectat;

- Conectarea motorului de înclinarea cuptorului numai cu întreruptorul cuptorului deschis; deconectarea automată a acestui motor când cuva a primit o înclinare de  $15^\circ$ ;

- Interzicerea înclinării cuptorului când se încarcă mecanizat prin partea superioară, dacă nu-i închis zăvorul mecanismului de deplasarea bolții sau corpului cuptorului; retragerea sau rotirea bolții sau corpului numai când bolta este ridicată;

- Deconectarea motorului când cuptorul a ajuns la unghiul limită de înclinare a ciocului de turnare.

*În timpul exploatării:*

- Electrozii, port-electrozii și rețeaua aferentă se revizuiesc zilnic, înlăturându-se înrăutățirea contactelor și alte defecte; suprafețele de contact ale port-electrozilor se curăță cu țunder săptămînal (fără răcire cu apă) și lunar (cu răcire cu apă);

- Legăturile conductelor de alimentare se revizuiesc periodic, asigurîndu-se presiunea și temperatura de contact normale;

- Aparatele de măsură din cabina de comandă vor fi în stare de perfectă curățenie și protejate contra umezelii



și lovirii; în caz de defect al voltmetrelor și ampermetrelor de JT se întrerupe funcționarea cuptorului;

- Se urmăresc temperatura și nivelul uleiului transformatorului și se verifică rigiditatea dielectrică la 2 luni la comutatorul de tensiune și la 6 luni la transformator; schimbătorul de ploturi al transformatorului se verifică după 2000 comutări, înlocuindu-se contactele arse, curățându-se rezervorul și schimbându-se uleiul;

- La 2 luni se verifică prezența carbonului în uleiul întreruptorului; se urmărește cu atenție nivelul uleiului, temperatura carcasei și starea contactelor întreruptorului;

- Pentru regulator se întocmește un grafic de verificare aprobat de energeticul șef stabilind: verificarea mașinilor electrice și a celorlalte elemente ale schemei electrice, verificarea stării de izolație a conductoarelor, verificarea caracteristicilor redresoarelor, valorii rezistențelor, verificarea funcționării fără conectarea transformatorului și în exploatare;

- Înlocuirea și aranjarea electrozilor, etanșarea orificiilor, rotirea carcasei cuptorului și evacuarea șarjei etc. se fac numai cu scoaterea cuptorului de sub tensiune și respectând NTS.

### 17.9.2. Cuptoare electrice cu rezistențe

*La proiectarea instalațiilor aferente:*

- Neadmis pozarea rezistențelor pe fundul băilor fără dispozitive speciale de protecție contra depunerii zgurii, țunderului etc;

- Papucii conductoarelor legate la bornele rezistențelor se fixează prin sudarea oxiacetilenică;

- La cuptoarele cu atmosferă de protecție rezistențele vor fi din crom-nichel montate etanș în nuturi; bornele lor și ale termocupleurilor vor fi, de asemenea, etanșate;

- Schema electrică va permite: topirea salpetrului la tensiune scăzută la cuplarea rezistențelor, deconectarea

rezistențelor la ridicarea ușilor, blocarea conectării cuptorului fără funcționarea ventilației (cînd există), trecerea la comandă manuală — la cuptoarele cu cicluri automatizate — numai după terminarea ciclului început; măsura curențului pe fiecare fază la cuptoarele cu încălzitoare ceramice (silit);

- Circuitele de forță și cele de AMCR vor fi independente; boxele elementelor de încălzire se protejează cu o carcasă demontabilă din plasă de sîrmă sau tablă perforată, iar mecanismele cu împrejurimi speciale.

#### *La exploatarea cuptoarelor și băilor:*

- Se admit numai muncitorii anume instruiți, care vor respecta regulile de funcționare și exploatare ale cuptorului;

- Funcționarea cuptorului este permisă numai cu tot echipamentul din schemă în bună stare, asigurată prin revizia la 6 luni a rezistențelor, controlul după grafic a termoregulateorilor, menținerea înălțimii de instalare a termocuplurilor;

- Deconectarea cuptoarelor în pauză se face numai dacă nu se depășește consumul reîncălzirii cuptorului; încălzirea în băile de azotat de potasiu a aliajelor de magneziu sau a șpanului sau pulberii de aluminiu este interzisă.

### *17.9.3. Cuptoare electrice cu inducție*

#### *La proiectarea și executarea instalațiilor aferente:*

- Obligatoriu baterii de condensatoare pentru obținerea unui  $\cos \varphi = 0,95$  la încărcarea nominală a cuptorului, cînd metalul este încălzit cu circa  $100^{\circ}\text{C}$  peste temperatura de topire; pentru puteri de peste 500 kW se prevede reglaj automat  $\cos \varphi$  și echilibrarea fazelor;

- Întreruptoarele automate de pe alimentarea inductorului vor avea relee și electromagnetice pe fiecare fază; trecerea de la regimul de alimentare indirect (prin rezistențe de pornire, autotransformatoare de menținere la cald) în



regimul de alimentare direct se face automat în timpul stabilit la darea în funcțiune, dar minimum 5 s;

- Încăperea aparatajului electric (sub platforma cuptorului) va avea instalație de ventilație; dulapul cu aparatele de comandă, semnalizare și măsură va fi etanș, vopsit anticorosiv și montat pe platforma cuptorului;

- Alimentarea cu energie electrică a instalației de răcire cu apă se face din două surse independente prin AAR;

- Schema electrică va asigura ridicarea capacului și bascularea cuptorului pînă la poziția orizontală (cu inductorul scos de sub tensiune), reglarea vitezei de execuție a acestor operațiuni și frînarea automată a sistemului de basculare (pentru evitarea căderii creuzetului în caz de defect la sistemul de comandă).

*La recepție și în exploatare:*

- La punerea în funcțiune și după fiecare reparație care ar putea afecta caracteristicile de funcționare ale cuptorului, se vor face noi determinări cu aparate clasa de precizie 1,5; la încărcarea nominală a cuptorului, puterea absorbită nu trebuie să difere cu peste 10% de cea nominală

- Reglatoarele automate vor fi puse în funcțiune la trecerea cuptorului în regim de topire; reglarea și întreținerea lor se fac după instrucțiunile furnizorului;

- Rezistențele de pornire, întreruptoarele automate, legăturile de contact, comutatoarele cu ploturi, transformatoarele și condensatoarele vor fi revizuite zilnic cu întreținerea tensiunii.

#### *17.9.4. Instalații AMCR pentru utilizarea rațională a energiei*

*Măsurători necesare:* de exploatare (pentru conducerea corectă a procesului tehnologic și asigurarea unei exploatare economice; se utilizează aparate indicatoare sau înregistratoare fixe, în lipsă portative, ale căror indicații se înregistrează în formulare de evidență primară la intervale de maxi-



mun 30 minute (o oră) la cicluri tehnologice sub (peste) 6 luni, respectiv cînd se stabilește necesitatea măsurărilor (cu aparate portative).

*Dotare minimală:* contoare de energie activă și reactivă pe barele de alimentare ale transformatorului, wattmetru înregistrator înainte de transformator, ampermetru pe fiecare fază la ieșirea din transformator, voltmetru înainte și după transformator.

## 17.10. Instalații electrice aferente utilajelor de înaltă frecvență

### 17.10.1. Reguli generale

*La proiectarea și executarea instalațiilor:*

- Instalațiile vor fi prevăzute cu îngrădiri și blocaje conform NPM; elementele de construcție, carcasele și împrejuririle din metal se leagă la pămînt; pentru întrerupere vizibilă, pe lîngă întreruptorul automat principal, se prevede un separator sau întreruptor cu pîrghie (la instalațiile de mică putere este suficientă conectarea prin fișă cu priză); condensatoarele vor avea dispozitive de descărcare cu intrare automată în funcție la deschiderea ușilor sau îngrădirilor de acces;

- Răcirea cu apă se va face din momentul conectării instalației pînă la răcirea completă a piesei tratate, continuîndu-se deci și după deconectarea instalației cît este necesar; apa de răcire a elementelor aflate sub tensiune (inductoare, transformatoare de adaptare etc.) va circula prin conducte, iar racordurile dintre ele vor fi din furtune izolante; ajutajele metalice pentru scurgerea liberă a lichidelor în pîlnie se leagă la pămînt;

- Reducerea coroziunii prin curenți de scăpări se face prin legarea la pămînt a țevelor metalice din sistemul de răcire cu apă în vecinătatea îmbinărilor cu furtunele izolante.

*La recepționarea instalațiilor se va urmări:*

- Execuția conform cerințelor anterioare;
- Înscrierea în valorile admise a intensității câmpului electromagnetic la locul de muncă privind securitatea oamenilor și paraziții radio; instalațiile din gama frecvențelor radio să fie înregistrate la MTTc;
- Probele de funcționare, executate conform programului întocmit cu furnizorul, să dea rezultatele preconizate.

Instalațiile vor fi servite de electricieni (pentru partea electrică) și operatori-termiști (pentru producția în sine), delimitându-li-se cu precizie competențele prin instrucțiuni locale. Exploatarea se face numai pe baza documentației tehnice, respectându-se cu strictețe parametrii de funcționare, supraveghindu-se sistematic încălzirea elementelor de construcții datorită curenților induși de câmpurile electromagnetice și luându-se măsuri de reducere prin ecranarea surselor; menținând curățenia perfectă a instalației. Reglajul aparatelor electrice și al regimurilor tehnologice se execută de minimum 2 persoane special instruite (una cu practică de minimum 3 ani), cu luarea măsurilor de protecție corespunzătoare.

*La controlul funcționării instalației se va urmări:*

- Siguranța ecranării și punerea la punct a blocurilor; funcționarea neîntreruptă a dispozitivelor de blocare pentru securitate precum și precizia și succesiunea conectării elementelor instalației;

- Curățenia și integritatea contactelor aparatelor cu număr mare de conectări și corecta lor funcționare; starea izolației bobinelor aparatelor de comandă și reglare;

- Lipsa crustelor pe suprafața răcită cu apă a pieselor și lipsa de praf pe elementele instalației.

#### *17.10.2. Reguli pe categorii de instalații*

• **Convertizoarele de înaltă frecvență rotative:**

- Se instalează în încăperi separate, izolate fonic, dacă produc zgomot mai mare de 80 dB;



- Racordul electric la mașinile de încălzit se face în cablu sau bare neizolate protejate; conductorul direct și cel de întoarcere vor avea ecran comun pentru prevenirea încălzirii excesive și căderilor de tensiune date de creșterea reactanței inductive; șuruburile de îmbinare a barelor pentru curenți peste 200 A se vopsesc obligatoriu cu vopsea termostabilă.

### **Cuptoarele de inducție pentru topire:**

- Dacă se alimentează din barele unui schimbător singular de frecvență, nu trebuie să permită atingerea inductorului sub tensiune;

- În timpul topirii este interzisă atingerea încărcăturii cu scule neizolate sau mâna fără mănuși dielectrice;

- Conectarea sub tensiune a condensatoarelor de circuit pentru reglarea circuitului oscilant în timpul topirii este permisă numai dacă există separare acționată de la distanță; deconectarea lor sub tensiune este interzisă;

- Protecția împotriva corodării se semnalizează prin dispozitive speciale.

**Punctele de încălzire pentru tratare termică** (piese de forjă, laminoare, mașini de sudat etc.) se înglobează în agregatul respectiv, ținând seama ca:

- Să fie realizată protecția contra atingerilor directe;

- La punctele de tratare termică în masă a pieselor de același tip (mașini de călit, cuptoare de revenire sau cimentare etc.) aparatele electrice și elementele conductoare de curent se împrejmuiesc cu carcase metalice cu uși cu blocaj de întrerupere a alimentării la deschiderea lor; dispozitivele de încărcare nu vor permite atingerea între piese de tratat și părțile sub tensiune;

- La celelalte puncte de încălzire (pentru lipire și sudură etc.) aparatele de IF și de pornire și reglare se protejează cu blocajele necesare (excepție inducătoarele de încălzire și bornele secundare ale transformatoarelor de adaptare de IT, dacă protecția împiedică lucrul, în care caz se iau alte măsuri de protecție);

- Pentru inductoarele de încălzire cu funcționare deschisă, cuplate prin transformator coborât de IF se iau măsuri de protecție ca: amplasarea butoanelor de comandă în apro-



pierea inductorului cu acces ușor, înzestrarea operatorului-termist cu mijloace individuale de protecție (v. § 15.1.1), protejarea părților conductoare cu materiale izolante rezistente la căldură, instalare de plăci avertizoare corespunzătoare condițiilor locale, legarea obligatorie la pământ a unei borne secundare a transformatorului de adaptare.

### Instalațiile de IF de ultrasunet și de frecvență radio:

- Schimbătoarele electronice de frecvență vor avea blocaje care să împiedice: funcționarea transformatorului anodic pînă la conectarea sistemului de răcire cu apă și a circuitelor de încălzire a tuburilor (cînd există); conectarea tensiunii anodice și negativării suplimentare de grilă cînd ușile blocurilor schimbătorului sînt deschise; conectarea tensiunii anodice sub sarcină, cînd nu-s închise grilele tuburilor oscilatoare;
- Dacă transformatorul anodic este în cameră separată se va bloca conectarea lui de la distanță cînd cuva este deschisă;
- Condensatorul anodic de separație pentru blocaj se calculează pentru dublul tensiunii de lucru a anodului tubului oscilator; cînd există o legătură capacitivă în circuitul anodic oscilant, se prevede o bobină de securitate și un circuit automat de descărcare la deconectare;
- Periodic se verifică frecvența oscilațiilor;
- Circuitele de alimentare de IF se prevăd cu cabluri speciale de IF cu înveliș de ecranare sau cu ecrane metalice legate la pământ; înprejmuirile și carcasele elementelor de IF vor fi continui și cu contacte bune la îmbinări; elementele purtătoare de curenți de IF vor fi de regulă ecranate (cînd ecranarea nu poate fi realizată complet din motive tehnologice, instalația se montează în încăperi sau incinte separate);
- Cînd este necesară exploatarea neecranată a punctelor de încălzire, procesul tehnologic va fi automatizat și comandat de la distanță pentru excluderea prezenței lucrătorilor în ziua de influență a cîmpurilor electromagnetice;
- Condensatoarele destinate încălzirii în cîmpul electric de IF, alimentate de regulă de la o sursă de frecvență mai ridicată, se amplasează în locuri ecranate, atît pentru

protecția personalului contra atingerilor directe cît și pentru reducerea cîmpurilor de dispersie pînă la valorile cerute de normele sanitare sau de perturbațiile radio; în cazul încărcării periodice a condensatorului de lucru, orificiile de încărcare se acoperă cu ecrane-uși demontabile, prevăzute cu blocaje corespunzătoare;

- La instalațiile cu benzi rulante, cu debitare și evacuare continuă a materialelor, orificiile de încărcare și descărcare trebuie de asemenea ecranate;

- Instalațiile importante cu funcționare continuă, alimentate din schimbătoare de frecvență electronice, se prevăd cu dispozitive de încălzire continuă a tiratroanelor sau gazometrelor de rezervă pentru asigurarea înlocuirii rapide a celor ieșite din funcțiune.

#### 17.11. Instalații electrice aferente utilajelor de ridicat și transportat

##### 17.11.1. Instalații aferente macaralelor

Instalațiile se proiectează și execută conform STAS 2002 iar darea în exploatare se face după obținerea autorizației de funcționare din partea organelor locale ISCIR.

Serviciul la utilaj se face de personal specializat, obligat să posede cunoștințele necesare de electrotehnică și să cunoască regulile de acordare a primului ajutor; electricienii de exploatare trebuie să cunoască instrucțiunile locale, schema electrică și execuția ei, normele de uzură și funcționarea echipamentului electric și mecanic.

##### *În exploatare:*

- La intrarea în schimb, echipamentul va fi controlat conform instrucțiunilor de serviciu locale;

- Comanda acționării se face din locurile prevăzute; în caz de oprire accidentală, macaragiul e obligat să aducă pe poziția zero aparatele de pornire, să deconecteze întreruptorul principal și să anunțe pe șeful de tură;



- În timpul funcționării se supraveghează sistematic încălzirea motoarelor, electromagneților, rezistențelor și lagărelor, comutarea circuitelor și indicațiile aparatelor de măsură, fără permiterea funcționării în suprasarcină sau cu tensiune scăzută sub limite admise;

- Cel puțin o dată pe lună se verifică starea echipamentului (dispozitive de frinare, electromagneți, colectoare și perii, controlere, linii de contact, limitatoarele de cursă, legarea la pământ, grilajele și balustradele de protecție, scările etc.), ungerea lagărelor, reglajul protecției electrice; cel puțin o dată pe an se verifică rezistența de izolație cu megohmetrul la motoare, aparate și trolee;

- Reparațiile echipamentului electric se fac în timpul reparației utilajelor din atelierul servit și vor cuprinde după caz: înlocuiri de bobine la electromagneți și frine, de contacte la trolee și de portperii sau perii, repararea întreruptoarelor automate, controlerelor, rezistențelor etc. (în cadrul reparațiilor mijlocii, prevăzute normal o dată pe an); rebobinarea motoarelor, reostatelor și electromagneților, repararea sau înlocuirea troleelor, limitatoarelor de cursă etc. (în cadrul reparațiilor capitale, prevăzute normal o dată la 2...3 ani).

Se menționează: intervenții în timpul funcționării sînt interzise; după reparații, darea în exploatare se face numai de persoana care garantează funcționarea instalației fără pericol.

### 17.11.2. Instalații aferente ascensoarelor

*Instalațiile aferente construcției în care se montează ascensorul (pentru persoane sau materiale):*

- Coloana de alimentare a tabloului principal din încăperea mașinilor va fi cu conductoare AFY sau FY sau cablu ACYY sau CYY (funcție de caracteristicile mediului de pozare); plecarea ei va fi din tabloul general al clădirii, direct din circuitul de siguranțe (fără întreruptor) în blocurile de locuințe sau dinaintea întreruptorului general (siguranțelor generale) în clădirile înalte în care trebuie



asigurată funcționarea ascensorului în caz de incendiu; protecția conductoarelor se face în tub IPY, IPEY, PEL;

- Iluminatul puțului ascensorului se face printr-un circuit separat de celelalte circuite ale instalației de iluminat ale clădirii, racordat la plecare ca și coloana de alimentare a tabloului din camera mașinilor iar la sosire, la o doză de ramificație instalată la baza puțului (restul circuitului se execută de instalatorii ascensorului după proiect special); conductoarele circuitului, ca și în cazul coloanei menționate anterior;

- Instalația de legare la pământ a ascensorului va fi constituită din glisierile acestuia, asigurându-se continuitatea electrică și încastrarea în pământ; funcție de situație, vor fi legate electric la priza de pământ a clădirii sau vecină.

#### *Instalațiile proprii ascensorului:*

- Circuitele se execută cu conductoare din cupru izolate; circuitele de protecție, blocare și comandă de la controler se conectează de regulă după întreruptorul general;

- Contactoarele pentru reversibilitatea motoarelor electrice vor avea blocaj mecanic și electric;

- În încăperea mașinilor și pe cabina ascensorului se montează cel puțin câte o priză de maximum 24 V; circuitul lămpilor din cabină se conectează înaintea întreruptorului principal (se admite și după, dacă se prevede și iluminat de siguranță); între pardoseală și corpul de iluminat din cabină trebuie să fie minimum 1,8 m (pentru persoane) sau cât să nu stînjenească manipulările de materiale;

- Carcasele motoarelor electrice, panourile de contactoare, restul echipamentului cu tensiuni periculoase se leagă la nul și la pământ; cele din cabină, cu ajutorul unui conductor special, de la cablul de suspensie.

#### *La controlul, verificarea și întreținerea instalațiilor:*

- Mai întîi se verifică absența oamenilor din puț (galeria) ascensorului, din groapa de descărcare, din cabină și din încăperea mașinilor, după care se afișează pe ușile de acces în cabină de la toate nivelurile plăci avertizoare cu inscripția „ASCENSORUL NU FUNCȚIONEAZĂ — ESTE ÎN REPARAȚIE!”

• La controlul cabinei și altor subansambluri, ușile încăperii mașinilor vor fi încuiate, dacă nu este necesară prezența ajutorului de electrician în ea; controlul încăperii mașinilor și utilajului din ea, al contactelor de la uși și al circuitelor de comandă se face numai în absența tensiunii, blocând mânerul întreruptorului în poziția deschis sau punând între contactele fixe și mobile o placă din material izolant și afișând pe mânerul întreruptorului placa „NU ÎNCHIDE, SE LUCREAZĂ!”

• Verificarea utilajelor din galerie se face de pe acoperișul cabinei în repaus; mișcarea cabinei cu electricianul înăuntru este admisă numai de sus în jos, pe distanțe mici, la palierale inferioare; în groapa de descărcare, verificarea se face numai cu cabina urcând și după montarea unui pod de protecție la înălțimea de 1,5 ...2 m (în timpul verificării prinzătoarelor, limitatoarelor de viteză și întreruptorului de fine de cursă este interzisă prezența persoanelor în cabina ascensorului);

• În caz de defecțiuni în timpul verificării, liftierul sau însoțitorul vor deconecta imediat întreruptorul din încăperea motoarelor, afișând placa „ASCENSORUL NU FUNCȚIONEAZĂ — ESTE ÎN REPARAȚIE!” pe ușa de la primul nivel și va comunica electricianului sau mecanicului de serviciu; punerea în funcțiune de liftier se face numai după înlăturarea defectului;

• La verificarea echipamentului electric se constată: starea lui, rezistența de izolație (se măsoară cel puțin o dată pe an), rezistența instalației de legare la pământ (idem, sub 4  $\Omega$ ), întreruptoarele de fine de cursă, contactele ușilor de acces, prinzătoarelor și dispozitivelor de viteză, dispozitivele de viteză și de întindere, blocajele.

Reparația se face de cel puțin două persoane, respectându-se măsurile anterioare cu specificația că se încuie cu lacăt încăperea motorului când se lucrează în galerie, groapa de descărcare sau încăperea scripetilor.



**Particularitatea principală** a instalațiilor electrice de pe șantierele de construcții-montaj o constituie caracterul lor de provizorat și mobilitate, datorat duratei lor limitate, cerînd rezolvări speciale pentru instalațiile în sine și pentru protecția muncii. Materialele și aparatele, ca și execuția instalațiilor trebuie să ofere totuși același grad de siguranță în funcționare și protecție a oamenilor ca și instalațiile definitive.

**Instalațiile de alimentare cu energie electrică.** Asigurarea puterii maxime cerute de receptoarele șantierului, pe cît posibil, va fi realizată din instalațiile definitive ale beneficiarului, a căror proiectare și execuție va fi etapizată în vederea satisfacerii acestui deziderat. Soluții provizorii se adoptă numai dacă soluția definitivă nu poate fi realizată în timp util; în acest caz sursele pot fi: rețeaua publică de distribuție de JT; posturi de transformare prefabricate amplasate pe cît posibil în centrele de greutate ale sarcinilor, grupuri electrogene (cînd nu există posibilitatea racordării economice și în timp util la rețeaua publică).

Rețelele de distribuție din incinta șantierului se execută de regulă aerian, preferabil pe stâlpi de lemn sau de metal recuperabili; fac excepție rețelele de MT care se execută aerian numai dacă transformatoarele necesare șantierului nu pot fi amplasate pe locurile posturilor trafo definitive. Conductoarele de fază vor fi din aluminiu de tip funie, respectînd secțiunea minimă (v. § 16.1.2); la traversări de drumuri principale vor fi prevăzute legături duble.

Coloanele și circuitele instalațiilor interioare fixe din construcțiile provizorii ale șantierului se vor executa ca în clădirile definitive (v. cap 16). Circuitele la receptoarele mobile se execută cu cordoane din cabluri menționate în § 2.1.3.6.

Tablourile de distribuție vor fi din cutii cu cheie sau capsulate, cu întreruptoare generale, cu garnituri de etanșare, mobile, racordate la puncte de alimentare montate pe stâlpii rețelei de distribuție.



**Instalațiile electrice de iluminat.** Se prevăd iluminat normal și iluminat de pază. Pentru lucrul într-un schimb, iluminatul normal se reduce la iluminatul drumurilor pe care pot sosi materiale noaptea, al magaziiilor de materiale, al gropilor de stins var etc. Pentru lucrul în mai multe schimburi se prevăd în plus: iluminarea lucrărilor de turnarea betoanelor și a suprafețelor de lucru (cu corpuri de iluminat la minimum 3 m înălțime de planșeu și alimentate din tablouri în execuție protejată; tabloul va fi racordat prin cablu cu 3 conductoare — al treilea de protecție — de la o priză cu contact de protecție și va avea întreruptoare bipolare pentru fiecare circuit; iluminarea încăperilor unde se execută lucrări de finisaj (tencuieli, parchete etc.) sau de instalații (cu lămpi portabile, amplasate convenabil și prevăzute cu grătar de protecție și dulii din material izolant); lămpile sînt racordate la prizele de lîngă uși prin corderoane MCM, iar prizele sînt racordate la circuite provizorii pozate pe coridoare. Iluminatul de pază se face pentru satisfacerea situației proiectate definitive; cînd nu e necesar un astfel de iluminat, se prevede numai pentru șantier un iluminat pentru paza materialelor și valorilor importante.

Nivelurile de iluminare asigurate vor fi cele normale (v. § 12.1).

**Instalațiile electrice de forță.** Cînd este posibil, receptoarele de forță vor fi alimentate din instalațiile de distribuție definitive prin circuite separate racordate fie direct la tablourile de distribuție (pentru receptoarele fixe), fie la prize (pentru receptoarele mobile — prin corderoane în execuție grea sau mijlocie, după caz). Cînd nu-i posibil, se utilizează tablourile șantierului montate fix sau mobile, cu circuite la receptoare ca mai sus.

**Protecția împotriva electrocutării.** Ori de cîte ori este posibil se utilizează tensiunea redusă, separarea de protecție sau izolarea suplimentară de protecție (v. § 15.1.1); cînd nu este posibil aceasta, se utilizează legarea la nulul de protecție conform celor arătate în § 15.3.4.

Utilajele legate la rețeaua generală de protecție vor fi prevăzute cu plăci avertizoare metalice cu inscripția „VERIFICĂ LEGĂTURILE UTILAJULUI LA REȚEAUA DE PROTECȚIE ÎNAINTE DE PORNIREA LUI!”

## 18. INSTALAȚII DE TELECOMUNICAȚII LA ABONAT

### 18.1. Generalități

Compunerea de principiu a instalațiilor de telecomunicații este arătată în fig.18.1.

**Centralele Tc** se instalează în încăperi care trebuie să îndeplinească următoarele condiții: amplasare în centrul de greutate al rețelei respective, de regulă la parter (exclus subsolul), excepțional la etaj, cu asigurarea rezistenței planșeelor și a protecției la seism (până la 200 L, la primele două etaje); posibilitate de transport a echipamentului pe căile de acces; lumină și ventilație naturale; condiții normale de mediu, fără acces direct din exterior, ferite de incendiu, trepidații și zgomote, fără conducte de instalații străine încăperilor; nu sub încăperi U3 (v. § 1.3.3).

**Punctele de concentrare** (unul sau mai multe de fiecare clădire) adună circuitele posturilor din încăperea respectivă. Sînt constituite din cutii terminale (maximum 5 circuite) sau firide cu reglete de conexiuni (peste 5 circuite), comune pentru instalațiile de telefon, dispecer sau interfon și ceasuri (dacă nu perturbă prin semnalele amplificate sau n-au funcțiuni de alarmare la incendiu).

Intrarea racordurilor exterioare subterane din cabluri la punctele de concentrare se protejează cu tub PVC-U Ø 63 mm, înglobate în fundația clădirii sau îngropate sub tencuială.

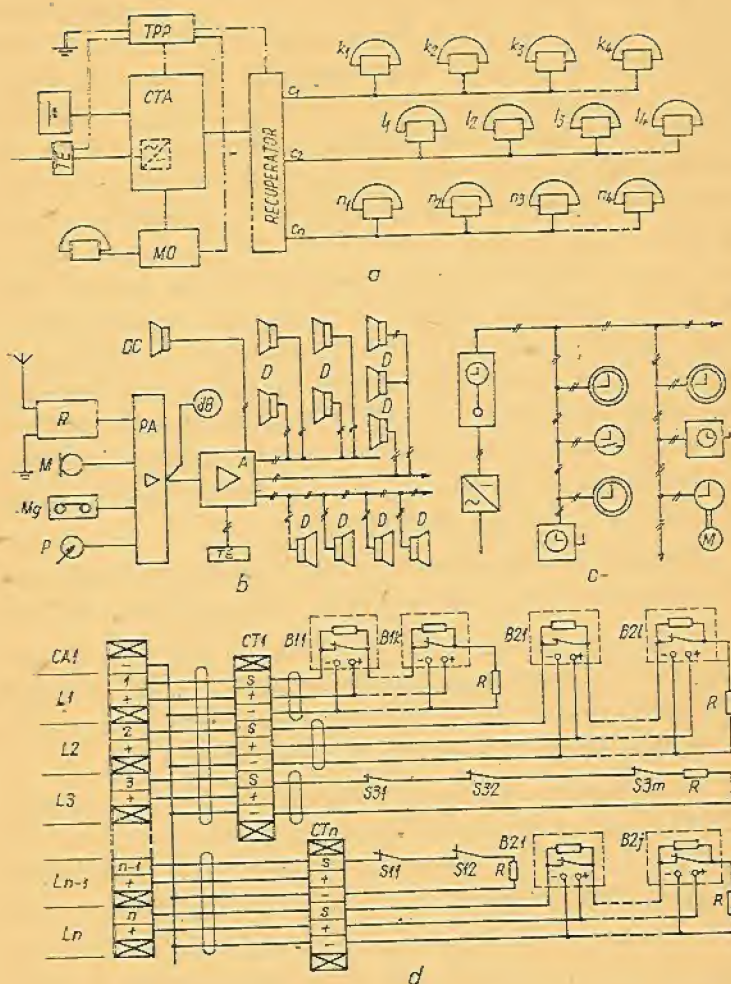


Fig. 18.1: Schema bloc a) instalațiilor de telecomunicații uzuale în întreprinderi

a — instalații telefonice; b — instalații de radioamplificare; c — instalații de ceasuri;  
d — instalații de avertizare incendiu.



**Circuitele** dintre punctele de concentrare și prizele sau dozele de racord ale posturilor Tc vor fi cu conductoare izolate în tub sau cablu, comun sau nu pentru mai multe instalații ca și punctele de concentrare. Se montează îngropat sub tencuială sau aparent, pe trasee ferite de influența căldurii sau pericol de incendiu, la minimum 25 cm (în locuințe 15 cm, pe lungimi sub 30 m) sub circuitele electrice de JT, 50 Hz. Se va evita paralelismul cu circuitele electrice de peste 1 kV; în orice caz nu va fi mai apropiat de 40 cm, iar pentru lungimi de peste 150 m se vor lua măsurile normate de protecție. Între circuitele de radioamplificare și ale celorlalte instalații Tc vor fi minimum 20 cm; când nu este posibil se pot apropia la (distanță minimă, cm/ lungimea paralelismului, m) 5/10, 3/30, 2/10, protejind circuitul de radioamplificare în tub metalic legat la pământ. Lungimea conductelor se ia cu rezervă de 1 ... 1,5 m la firidă și 15 cm la priză sau doza de aparat.

**Bateriile de acumulare** pentru alimentarea centralelor de telecomunicații, corespunzător dimensionate, pot fi:

— Comune pentru telefonie, dispecer, interfon și ceașoficare, cu autonomie de funcționare de 6 ... 10 ore (centrala de avertizare de incendiu va avea obligatoriu baterie proprie, cu autonomie de funcționare de minimum 8 ore);

— Amplasate în aceeași încăpere, dacă este avantajos tehnico-economic (exclus însă acide cu alcaline); când nu este posibil, în încăperi separate, de dimensiunile din tabelul din § 8.2 pentru telefonie și de circa 4 m<sup>2</sup> în celelalte cazuri;

— Montate în dulapuri tipizate, amplasate pe coridoare, casa scării etc., cu asigurarea ventilației naturale și securității (numai pentru baterii până la 24 V/108 Ah).

**Prizele de pământ** pentru instalațiile Tc vor fi de regulă comune cu ale celorlalte instalații electrice (v. § 15.2.2.).

cu  $R_p \leq 4 \Omega$ ; ele se vor conecta în un tablou special de legare la pământ, amplasat de regulă în încăperea echipamentului servit.

Posturile Tc necesare în locuri zgomotoase (cazangerii, forje etc.) vor fi instalate în cabine izolate fonic și vor avea semnalizare acustică și optică; aparatele de semnalizare acustică a membrilor formațiilor civile de pompieri și a celor în pericol vor emite semnale distincte de cel puțin 10 dB peste nivelul de fond, dublate cu semnalizare optică.

## 18.2. Instalații de telefonie

**Dotare.** Se prevăd (v. și decret 100/80):

— Minimum un post telefonic de: apartament, încăperez pentru birou, încăperez pentru maiștrii sau alt personal conducător în producție, în spații pentru public (săli de așteptare, vestiare, holuri etc.) cu acordul beneficiarului, la stațiile de pompe de incendiu, în încăperile cu echipamente Tc cu funcțiuni la incendiu;

— Minimum 2 posturi telefonice în stațiile CFU (unul conectat la rețeaua întreprinderii, celălalt la rețeaua feroviară prin BL);

— După necesități, în birourile mari cu activitate culegături exterioare multiple (aprovizionare, contabilitate etc.);

— Conform normelor departamentale respective, la remizele PSI.

Funcție de importanța și numărul lor posturile telefonice din instituții și întreprinderi se conectează la rețeaua publică direct sau prin centrală telefonică locală. La dimensionarea acestora se lasă o rezervă de capacitate de 10%, iar numărul posturilor în derivație (maximum o derivație pe post) nu va depăși 10% din capacitatea centralei.

Spații necesare centralei telefonice:

| Tipul<br>centraloi | Bateria<br>V/Ah | Încăperi: $L \times h$ , m/S, m <sup>2</sup> — sarcină, kN/m <sup>2</sup> |                              |                              |     |        | TD<br>kW/U <sub>n</sub> , V |
|--------------------|-----------------|---|------------------------------|------------------------------|-----|--------|-----------------------------|
|                    |                 | Centrală  | Operatoare                   | Baterie                      | Sas | Odihnă |                             |
| 1                  | 2               | 3   | 4                            | 5                            | 6   | 7      | 8                           |
| CTM-BL<br>10 ÷ 30L | —               | $\frac{2,0 \times 2,5}{5-2}$  | —                            | —                            | —   | —      | —                           |
| 60 ÷ 100L          | —               | $\frac{2,0 \times 2,8}{7-2}$  | —                            | —                            | —   | —      | —                           |
| CTM-BC<br>7 ÷ 15L  | 24/27           | $\frac{2,0 \times 2,5}{5-2}$  | comună                       | —                            | —   | —      | —                           |
| 50 ÷ 100L          | 24/27           | $\frac{2,0 \times 2,8}{7-2}$  | comună                       | $\frac{1,5 \times 2,5}{4-2}$ | —   | —      | $\frac{1}{220}$             |
| CTA-P<br>50L       | 48/27           | $\frac{2,0 \times 2,5}{7-2}$  | $\frac{2,8 \times 2,5}{5-3}$ | $\frac{1,5 \times 2,5}{4-2}$ | —   | —      | $\frac{2}{220}$             |
| 100L               | 48/108          | $\frac{2,5 \times 2,0}{10-5}$   | $\frac{2,0 \times 2,5}{6-3}$ | $\frac{1,5 \times 2,5}{5-2}$ | —   | —      | $\frac{3}{380/220}$         |
| 150 ÷ 200L         | 48/180          | $\frac{2,5 \times 2,8}{17-5}$   | $\frac{2,0 \times 2,5}{6-3}$ | $\frac{1,5 \times 2,5}{5-2}$ | —   | —      | $\frac{3}{380/220}$         |



| 1            | 2            | 3                              | 4                             | 5                             | 6                          | 7                          | 8                    |
|--------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| 200 ÷ 400L   | 48/216 ÷ 360 | $\frac{4,5 \times 3,2}{35-5}$  | $\frac{2,5 \times 2,5}{10-2}$ | $\frac{2,5 \times 2,5}{10-6}$ | $\frac{1 \times 2,5}{2-2}$ | —                          | $\frac{5}{380/220}$  |
| 400 ÷ 600L   | 48/360 ÷ 504 | $\frac{4,5 \times 3,2}{55-5}$  | $\frac{2,5 \times 2,5}{16-2}$ | $\frac{2,5 \times 2,5}{10-6}$ | $\frac{1 \times 2,5}{2-2}$ | —                          | $\frac{7}{380/220}$  |
| 600 ÷ 1000L  | 48/720       | $\frac{6,0 \times 3,2}{85-5}$  | $\frac{4,0 \times 2,5}{20-2}$ | $\frac{4,0 \times 2,5}{18-6}$ | $\frac{2 \times 2,5}{4-2}$ | $\frac{2 \times 2,5}{8-2}$ | $\frac{10}{380/220}$ |
| 1000 ÷ 2000L | 48/720       | $\frac{9,0 \times 3,2}{120-5}$ | $\frac{4,0 \times 2,5}{30-2}$ | $\frac{4,0 \times 2,5}{18-6}$ | $\frac{2 \times 2,5}{4-2}$ | $\frac{2 \times 2,5}{8-2}$ | $\frac{15}{380/220}$ |

Notă 1. Pentru centralele Pentacos P-50; 100 L echipamentul se poate instala într-o încăpere cu operațoare, despărțit prin paravan.

2. Când dulapurile CTA-Pentacos se montează spate în spate, sarcina pe planșeu se va considera de 9 kN/m<sup>2</sup>.

3. Camera operatoriei și a centralei vor fi alăturate, cu ușă sau glășcu 500 × 500 mm între ele. În camera opera-

toarei se admit ca alte instalații: Te nural centrala de ceasuri.  
 Camera centralei: pereți vopșiți cu ulei; pardoseală cu parchet, linoleum sau PVC; la peste 200 L, plafon cu cleme de ancorarea echipamentului distanțate la 1 ... 1,5 m. Pentru CTA ≥ 300 L, recomandabil la parter, cu perete exterior în direcția de concentrare a rețelei exterioare. În subsol se amenajează gateria de cabluri  $L \times H = 1,5 \times 1,8$  m, astfel ca să deăbușeze printr-o fantă 15 cm lățime la peretele plin cu repartitorul (lungimea fantei, funcție de numărul de cabluri). În camera centralei se admite montarea și a ramelor de relee și echipamentului auxiliar ale centralelor de dispecer, dacă se asigură loc.

4. Telexul la abonat nu necesită spațiu special de montare; se instalează de regulă pe mese speciale în camere cu alte destinații, unde lucrează personalul de serviu.

Alimentarea cu energie electrică, în c.c., de regulă prin redresor în tampon cu o baterie de acumulatori (v. § 18.1). Redresorul se alimentează din tabloul prevăzut în coloana 8 din tabel; TD se racordează pentru puterea respectivă la tabloul de distribuție al clădirii.

Circuitele telefonice vor fi:

— Pentru posturile normale, cu 3 conductoare (unul comun pentru circuitele din același tub sau cablu);

— Pentru posturile speciale (de exemplu, aparate serie între conducere și secretariat), cu numărul de conductoare din schema aparatului;

— Conductoare TY ( $\varnothing$  0,5 mm pentru lungimi sub 50 m sau  $\varnothing$  rezistent la tragere, pentru lungimi mai mari) protejate în tub conform tabelului:

| n    | 6    | 8    | 11   | 17   | 23   | 24   |
|------|------|------|------|------|------|------|
| PEL  | 12,8 | 16,0 | 17,8 | 19,9 | 25,5 | —    |
| IPY  | 10,4 | 13,4 | 15,4 | 21,7 | —    | 28,1 |
| IPEY | —    | 13,4 | 16,8 | 21,8 | —    | 21,1 |

— Cablu  $\varnothing$  0,5 mm: în medii normale, cu izolație și manta din masă plastică, eventual, ecranat; în medii umede, cu izolație de hârtie și manta de plumb;

— Între doză (la circuite sub tencuială) sau cutii terminale (la circuite aparente) și aparat, conductor TIO-2  $\times$  0,9, TIOY-2  $\times$  0,9 sau 2  $\times$  T-0,5;

— Pentru conexiuni (punți) la elementele de concentrare conductoare de cupru tip fir săritor 2(3)  $\varnothing$  0,5 mm.

**Firidele** (cutiile) telefonice au fundul placat cu PAL ignifug, gros, 2 cm, vopsit cu ulei, iar pereții sclivișiți. Partea metalică se leagă prin OL  $\varnothing$  4 mm la instalația de legare la pământ a clădirii, iar firidele de pe diferite niveluri se leagă în linie dreaptă prin tub PVC— $\varnothing$  39 mm. Dimensiunile firidei (cutiilor): pentru 25 circuite — 560  $\times$  560  $\times$  100 (600  $\times$  500  $\times$  100) mm; pentru 50 circuite — 760  $\times$  560  $\times$  130 (600  $\times$  800  $\times$  130) mm; peste 50 circuite — de la caz la caz.

### 18.3. Instalații de dispecer, interfon și căutare persoane

**Dotare.** Numai în cazuri bine justificate, pentru legături nemijlocit între anumite locuri de conducere sau control a producției și (sau) între acestea și conducerea unității, Numărul posturilor este limitat de posibilitatea exercitării funcției de dispecer (nu de operator).

**Spații necesare** montării echipamentului. Se prevăd:

— Centralele de dispecer tip pupitru (fără rame de rele și amplificare), echipamentul de interfon și cel de căutarea persoanelor se montează pe sau alături de masa de lucru a dispecerului;

— Centralele de dispecer cu rame de rele și amplificare se montează în aceeași încăpere cu dispecerul; ramele de rele și echipamentul auxiliar pot fi montate în camera CT — v. nota 2 § 18.2);

Circuitele vor avea numărul de conductoare cerut de tipul de echipament adoptat. Materiale și montaj, conform § 18.2.

### 18.4. Instalații de radioficare și TV

**Dotare.** Se prevăd unde se cer transmițeri de comunicări, programe radio, conferințe, avertizarea personalului în pericol, dirijarea activității de la distanță etc. fără stinjenirea activității principale.

**Spații necesare** stației de radioamplificare:

— De regulă în încăperi separate cu dimensiunile:

| Puterea stației, W                 | 50 ... 100  | 200       | 2 × 200    | 5 × 200      |
|------------------------------------|-------------|-----------|------------|--------------|
| $l \times h$ , m—S, m <sup>2</sup> | 2,5 × 2,5—9 | 3 × 2,5—9 | 3 × 2,5—12 | 3,5 × 2,5—16 |

— Sarcina planșeului: pînă la 400 W — 3 kN m<sup>2</sup>; peste 400 W — 500 kN m<sup>2</sup>;

— Cabina de crainic (dacă este necesară) va fi adiacentă stației, de circa 4 m<sup>2</sup>, izolată fonic.



Pentru instalațiile TV cu circuit închis, funcție de specificul funcțional, se prevede încăpere separată (12 m<sup>2</sup> cu o latură de circa 4 m) sau montaj în încăperi cu alte destinații înrudite (dispecer, radioamplificare, semnalizare incendiu)

**Alimentarea cu energie electrică se face:**

— până la 200 W, direct din prize separate pentru stație și pentru echipamentele auxiliare (magnetofon, pickup, radio);

— peste 200 W, din tablou electric propriu pentru 1 kW cu numărul de circuite cerut de numărul de rame de amplificare și de sursele de programe.

**Circuite:** obișnuit 2AFY (cînd servește și pentru căutare de persoane, 3AFY), protejate în tub; cînd tuburile nu se pot îngropa și este posibil, se admite AFYY. Secțiunea conductorului trebuie să asigure 10 dB la cel mai depărtat difuzor. Derivațiile la difuzoare se termină cu prize de radioficare montate la maximum 1,5 m de locul difuzorului.

**Firidele** (pentru minimum 5 circuite, adîncime 100 mm sau — cu transformatoare la abonat — 195 mm) se montează la 1,5 ... 2,1 m de pardoseală și se leagă cu locul de intrare pentru racordul exterior prin tub PVC Ø 63 mm.

**Pentru recepțiile TV** se prevăd antene colective la clădiri cu minimum 6 apartamente; pentru clădirile industriale necesitatea lor se stabilește de la caz la caz. Compunere: grupul de antene de recepție cu suportul lor, grupul de amplificatoare RTV, rețeaua de cabluri coaxiale 75 Ω — ELECTROMUREȘ cu prizele duble P21020 P21021 pentru racordarea aparatelor de recepție (cablurile se protejează în tub IPY montat de regulă îngropat).

## 18.5. Instalații de ceasuri electrice

**Dotare.** Recomandabil la: centrala telefonică, centrala de avertizare incendiu, secretariate, birouri de informații, cabina de portari, formații de pompieri, vestiare mari, holuri sau culoare cu circulație intensă, birourile perso-

nalului de conducere, în încăperile de conducerea și dirijarea circulației din stațiile CFU și pe fațada clădirii lor și în alte încăperi unde activitatea cere cunoașterea orei exacte. Pentru pontaj se prevede 1 ceas la 250 oameni pe schimb și loc de intrare. În zone periculoase importante sau vitale, lipsite de supraveghere permanentă, se prevăd ceasuri de control pentru rondurile personalului însărcinat să le facă.

Spații pentru centrala de ceasuri se rezervă de regulă în camera operatoarei telefoniste (v. nota 3 din tabelul § 18.2); cînd nu-i posibil se prevăd spații anume destinate cu dimensiunile:

| Centrală                   | mică (60 ceasuri)         | mijlocie ( $60 \div 100$ ceasuri) | mare (180 ceasuri)        |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| $L \times l \times h$ , mm | $2,5 \times 1,5 \times 2$ | $2,8 \times 2 \times 2$           | $3,5 \times 3,5 \times 2$ |

Circuitele de ceasuri se leagă după scheme radiale sau arborescente, cu ceasurile în serie sau în paralel, funcție de tipul centralei. Pentru ceasurile destinate direct procesului de producție și controlului se recomandă circuite separate.

Numărul de ceasuri pe circuit trebuie să asigure minimum  $0,8 U_n$  la cel mai depărtat ceas de ceasul mamă.

Materialul circuitelor, v. § 18.2.

## 18.6. Instalații de semnalizarea incendiilor

**Dotare.** Se prevăd cu instalații speciale de semnalizarea incendiilor construcțiile și instalațiile de categoriile A, B, C pericol de incendiu sau alte obiective de importanță deosebită. Nu se prevăd cu astfel de instalații clădirile fără importanță deosebită echipate cu sprinklere.

**Spații pentru centrale de avertizare incendiu.** De regulă, în clădirea formației civile de pompieri; excepțional în alte locuri impuse de condițiile de exploatare, dar în spații eparate de restul construcției prin pereți (planșee) cu limita de rezistență



la foc de 2(1,5) ore, cu uși pline sau cu geam armat. Încăperea va fi la parter, cu acces ușor din exterior dar nu direct.

### Criterii de proiectare:

— Semnalizarea să permită identificarea ușoară a locului incendiului prin limitarea zonei unei linii la maximum 500 m<sup>2</sup>;

— Încărcarea liniilor să fie în limita rezistenței admise;

— Supravegherea permanentă a integrității circuitului prin utilizarea contactelor n.i. ale aparatelor de semnalizare pentru circulația unui curent de repaus a cărui întrerupere să fie sesizată;

— Evitarea semnalelor false sau intempestive prin amplasarea detectoarelor ferită de influența căldurii, flăcării, gazelor etc. străine incendiului;

— Utilizarea pentru alarmare și supraveghere a instalațiilor de radioamplificare, respectiv TV cu circuit închis;

— Alegerea aparatelor de semnalizare: de regulă acționate manual (dacă intervenția se asigură în timp util), la nevoie cu acționare automată (dacă: nu există supraveghere permanentă, incendiul nu poate fi observat ușor, se impune intervenție imediată), dublată totdeauna de acționarea manuală; precizări:

- Butoanele de semnalizare se montează în locuri vizibile și ușor accesibile (lângă uși, în casa scării, pe căi de acces și de evacuare la fiecare nivel, pe pereți sau pe stâlpi) la 1,4 m deasupra pardoselii; în încăperi de mare suprafață, distanța dintre butoane va fi de circa 50 m;

- Detectoarele termo-velicometrice se aleg pentru incendiile al căror început se manifestă prin ridicarea temperaturii (stații de pompe de păcură, boxe trafo cu ulei, gospodării de ulei etc.); se montează la nivelul plafonului (sub acoperișuri ușoare, la maximum 30 cm de ele) la minimum 40 cm de pereți și evitându-se colțurile și grinzile aparente;

- Detectoarele de fum sau gaze de ardere se aleg pentru incendiile care ard mocht (degajând fum sau gaze în fază



incipientă) și atunci când trebuie asigurată protecția oamenilor (săli calculatoare și podul fals al acestora, încăperi pentru echipamente electrice etc.); montaj, ca detectoarele termo-velicometrice;

- Detectoarele cu flăcără (infraroșii sau ultraviolete) se aleg pentru incendii care izbucnesc cu flăcără și pentru cele din spații deschise; se montează pe pereți sau stâlpi, astfel ca să aibă vedere directă sau prin reflexie asupra flăcării;

- Detectoarele termostactice se aleg pentru spații închise, de suprafață redusă și cu incendiu posibil cu ardere lentă (pagube și posibilități de extindere reduse);

- Sistemul *duo*, cu detectoare de tip diferit montate în șah și legate la centrală prin circuite independente, se alege pentru locuri vitale sau foarte importante sau pentru comanda instalațiilor de stingere (exemplu detectoare de fum și de temperatură în gospodării importante de cabluri, încăperi de echipamente electrice vitale etc.);

- Numărul și amplasarea detectoarelor se stabilesc după indicațiile furnizorului funcție de suprafața eficace și înălțimea de montaj.

• **Circuitele** vor fi cu conductoare de cupru izolate protejate în PEL, (îngropat sau aparent), sau PVC (îngropat) sau cabluri, pe trasee care să evite spațiile cu pericol de incendiu sau explozie, mediile corosive etc. (se utilizează spațiile de circulație, anexele tehnice, exteriorul construcțiilor cu pereți rezistenți la foc și fără ferestre etc. — exclus pe elemente combustibile).

Când nu este posibilă evitarea traseului prin încăperi A, B, C — P2 ... P5, neutilitate cu instalații automate de stingerea incendiilor, se vor prevedea:

— Cabluri fără sau cu întârziere la propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1.), montaj îngropat în elemente de construcție rezistente la foc și protejate în tub, montaj în jgheaburi

umplute cu nisip, montaj sub strat de tencuială cu mortar, protejate cu vopsea termosfumantă special omologată (îngroparea tuburilor se face pînă la avertizor).

— Cabluri cu întîrziere mărită în propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1.) în montaj aparent sau îngropat.

**Firidele** sau cutiile de concentrare a circuitelor se asigură împotriva accesului persoanelor neautorizate.

Redactor: Ing. Mihaela Smeureanu  
Tehnoredactor: V.E. Ungurcanu  
Coperta: Teodora Doxan

---

Bun de tipar: 5-II-86 Coli de tipar: 42,5  
C.Z. 621.3(038).

---



Tiparul executat sub comanda  
nr. 560 la  
Intreprinderea Poligrafică  
„13 Decembrie 1918”,  
str. Grigore Alexandrescu nr. 39-07  
Bucuresti,  
Republica Socialistă România







Lei 37

